

VŠB – Technická univerzita Ostrava

Fakulta strojní

Katedra výrobních strojů a konstruování

Návrh pohonu věžních hodin

Design of Turret Clock Drive

Student:

Bc. Jakub Janus

Vedoucí diplomové práce:

Dr. Ing. Jaroslav Melecký

Ostrava 2016

Zadání diplomové práce

Student:

Bc. Jakub Janus

Studijní program:

N2301 Strojní inženýrství

Studijní obor:

3909T001 Konstrukční a procesní inženýrství

Specializace:

20 Výrobní stroje a zařízení

Téma:

Návrh pohonu věžních hodin
Design of Turret Clock Drive

Jazyk vypracování:

čeština

Zásady pro vypracování:

V rámci řešení diplomové práce zpracujte návrh pohonu věžních hodin s dodržением uvedených požadavků.

Dále proveďte:

- analýzu a řešení dané problematiky
- vytvořte hodinový převod 1:12 pro věžní hodiny s nekrytými ručičkami do průměru číselníku 170 cm.
- převod je poháněn motorem 230 V Crouzet, ovládaný mikropínačem a vačkou
- umožněte připojení LED osvětlení ručiček pro 12 V / 6A
- věnujte pozornost možnosti volby délky výstupních os a krycí trubky
- celek musí být jednoduchý s ohledem na výměnu motoru a mikropínače
- 3D model zařízení v systému CAD
- příslušnou výkresovou dokumentaci

Bližší specifikace nutných technických údajů a požadavků bude upřesněna v průběhu řešení diplomové práce ve spolupráci s firmou Impuls-B s.r.o.

Seznam doporučené odborné literatury:

- JEŘÁBEK, K. *Metodika navrhování strojů*. 1.vyd. Praha, Ediční středisko ČVUT Praha, 1999. 119 s.
- ČÁSENSKÝ, M. *Metodika konstruování*. 1. vyd. Praha, Ediční středisko ČVUT Praha, 1990. 122 s.
- LEINVEBER, J., VÁVRA, P. *Strojnické tabulky* (4. přepracované vydání). Úvaly, 2008, ALBRA – pedagogické nakladatelství. 914 s. ISBN 978-80-7361-051-7.
- MYNÁŘ, V. A KOL. *Části strojů*. VŠB-TU Ostrava, 1978. 398 s.
- ČSN 01 6910 *Úprava písemností psaných strojem nebo zpracovaných textovými editory*. Praha, Český normalizační institut, srpen 1997. 36 s.
- ČSN ISO 690 *Bibliografické citace*. Obsah, forma a struktura. Praha, Český normalizační institut, 1996. 32 s.

Formální náležitosti a rozsah diplomové práce stanoví pokyny pro vypracování zveřejněné na webových stránkách fakulty.

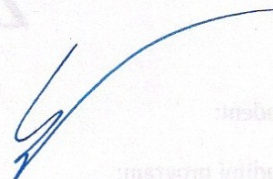
Vedoucí diplomové práce: **Dr. Ing. Jaroslav Melecký**

Datum zadání: 11.12.2015

Datum odevzdání: 16.05.2016



doc. Dr. Ing. Ladislav Kovář
vedoucí katedry

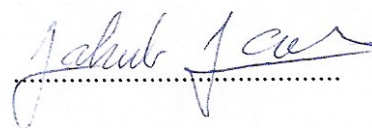


doc. Ing. Ivo Hlavatý, Ph.D.
děkan fakulty

Místopřísežné prohlášení studenta

Prohlašuji, že jsem celou diplomovou práci včetně příloh vypracoval samostatně pod vedením vedoucího diplomové práce a uvedl jsem všechny použité podklady a literaturu.

V Ostravě 16.5.2016

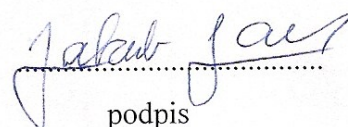
A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'Jakub J. Čer', written over a horizontal dotted line.

podpis studenta

Prohlašuji, že

- jsem byl seznámen s tím, že na moji diplomovou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb., autorský zákon, zejména § 35 – užití díla v rámci občanských a náboženských obřadů, v rámci školních představení a užití díla školního a § 60 – školní dílo.
- беру на вѣдомі, že Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava (dále jen „VŠB-TUO“) má právo nevýdělečně ke své vnitřní potřebě diplomovou práci užít (§ 35 odst. 3).
- souhlasím s tím, že diplomová práce bude v elektronické podobě uložena v Ústřední knihovně VŠB-TUO k nahlédnutí a jeden výtisk bude uložen u vedoucího diplomové práce. Souhlasím s tím, že údaje o kvalifikační práci budou zveřejněny v informačním systému VŠB-TUO.
- bylo sjednáno, že s VŠB-TUO, v případě zájmu z její strany, uzavřu licenční smlouvu s oprávněním užít dílo v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona.
- bylo sjednáno, že užít své dílo – diplomovou práci nebo poskytnout licenci k jejímu využití mohu jen se souhlasem VŠB-TUO, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly VŠB-TUO na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše).
- беру на вѣдомі, že odevzdáním své práce souhlasím se zveřejněním své práce podle zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších předpisů, bez ohledu na výsledek její obhajoby.

V Ostravě: 16.5.2016


podpis

Jméno a příjmení autora práce:

Bc. Jakub Janus

Adresa trvalého pobytu autora práce:

Oskara Motyky 1, Ostrava 2

ANOTACE DIPLOMOVÉ PRÁCE

JANUS, J. *Návrh pohonu věžních hodin : diplomová práce*. Ostrava : VŠB – Technická univerzita Ostrava, Fakulta strojní, Katedra výrobních strojů a zařízení, 2016, 65 s. Vedoucí práce: Dr. Ing. Jaroslav Melecký

Diplomová práce se zabývá návrhem pohonu věžních hodin. V rešeršní části jsou uvedeny dostupné pohony zahraničních firem. Práce se zabývá návrhem pohonu z důvodu absence českých výrobků na našem trhu. Pohon se může skládat až ze dvou bloků. Hlavní blok tvoří převodovka 1:12. Dále je možnost tento blok rozšířit o napájení LED osvětlení, nebo připojit blok s motorem. Celkový pohon se poskládá dle požadavků zákazníka. Důraz je kladen na jednoduchost a dostupnost jednotlivých dílů a také na případný servis pohonu. Výpočtová část se zabývá ozubenými koly a výpočtem vačky. Výkresová dokumentace je přiložena v příloze diplomové práce.

ANNOTATION OF MASTER THESIS

JANUS, J. *Design of Turret Clock Drive : Master Thesis*. Ostrava : VŠB – Technical University of Ostrava, Faculty of Mechanical Engineering, Department of Production Machines and Design, 2016, 65 p. Thesis head: Dr. Ing. Jaroslav Melecký

The master thesis deals with the design of the turret clock drive. Available clock drives from foreign companies are stated in searches part. Thesis deals with design of turret clock cause of absence Czech products on our market. Drive could be assemble at most of two parts. The main part is gearbox 1:12. There is option extend this main part by LED illumination, or just connect next part with electromotor. Whole drive is made by costumer request. Emphasis is placed on simplicity and availability each components and also on prospective service drive. Calculation dealing with cogwheels and cam. The drawings selected parts are enclosed in Annex bachelor thesis.

OBSAH

Seznam použitých značek a symbolů	10
1. Úvod	13
2. Seznámení s věžními pohony	14
2.1 Věžní pohon – staré řešení	14
2.1.1 Popis starého řešení (Obrázek 1)	15
2.2 Věžní pohon – první varianta	17
2.2.1 Popis první varianty	18
2.3 Věžní pohon – druhá varianta	19
2.4 Věžní pohon – třetí varianta	21
2.4.1 Popis třetí varianty	22
3. Výtah z rešerše	23
3.1 Italská převodovka 1:12	23
3.2 Polská převodovka	24
3.3 Italská převodovka	25
3.4 Dibond	26
4. Návrh bloku s převodovkou 1:12	27
4.1 Základ bloku	27
4.2 Krycí trubka	28
4.3 Hřídele	29
4.3.1 Minutová hřídel	29
4.3.2 Hodinová hřídel	29

4.3.3 Hřídel převodu.....	30
4.3.4 Uložení hřídelí.....	30
4.4 Ozubené soukolí – převod 1:12.....	31
4.4.1 Návrh ozubeného soukolí 1 (oz. kolo 1 a 2)	31
4.4.2 Návrh ozubeného soukolí 2 (oz. kolo 3 a 4)	34
4.4.3 Kontrolní výpočet celkového převodového poměru	36
4.5 Kryt převodovky	37
4.5.1 Třístranný kryt.....	37
4.5.2 Druhá část krytu převodovky	38
5. Návrh bloku s převodovkou a LED osvětlením	39
6. Návrh bloku s převodovkou, LED osvětlením a motorem.....	42
6.1 Elektromotor.....	42
6.2 Převod z elektromotoru na minutovou hřídel.....	44
6.2.1 Návrh ozubeného soukolí 3 (oz. kolo 5 a 6)	44
6.2.2 Návrh ozubeného soukolí 4 (oz. kolo 7 a 8)	47
6.2.3 Kontrola otočení minutové hřídele.....	50
6.3 Převod na vačku	51
6.3.1 Schéma mikrospínače.....	52
6.3.2 Výpočet vačky.....	53
7. 3D modely	54
7.1 Převodovka 1:12.....	54
7.2 Převodovka 1:12 s LED osvětlením.....	54

7.3 Převodovka 1:12 s LED osvětlením a motorem	56
7.4 Převodovka 1:12 s motorem.....	57
8. Technický popis	58
9. Závěr.....	60
10. Poděkování	60
11. Seznam použité literatury	61
12. Seznam obrázků	63
13. Seznam příloh.....	65
14. Seznam výkresů.....	65

SEZNAM POUŽITÝCH ZNAČEK A SYMBOLŮ

Značka	Popis	Jednotka
a_1	Teoretická osová vzdálenost oz. soukolí 1	[mm]
a_2	Teoretická osová vzdálenost oz. soukolí 2	[mm]
a_3	Teoretická osová vzdálenost oz. soukolí 3	[mm]
a_4	Teoretická osová vzdálenost oz. soukolí 4	[mm]
a_{w1}	Skutečná osová vzdálenost oz. soukolí 1	[mm]
a_{w2}	Skutečná osová vzdálenost oz. soukolí 2	[mm]
a_{w3}	Skutečná osová vzdálenost oz. soukolí 3	[mm]
a_{w4}	Skutečná osová vzdálenost oz. soukolí 4	[mm]
d_1	Průměr roztečné kružnice ozubeného kola 1	[mm]
d_2	Průměr roztečné kružnice ozubeného kola 2	[mm]
d_3	Průměr roztečné kružnice ozubeného kola 3	[mm]
d_4	Průměr roztečné kružnice ozubeného kola 4	[mm]
d_5	Průměr roztečné kružnice ozubeného kola 5	[mm]
d_6	Průměr roztečné kružnice ozubeného kola 6	[mm]
d_7	Průměr roztečné kružnice ozubeného kola 7	[mm]
d_8	Průměr roztečné kružnice ozubeného kola 8	[mm]
d_{b1}	Průměr základní kružnice ozubeného kola 1	[mm]
d_{b2}	Průměr základní kružnice ozubeného kola 2	[mm]
d_{b3}	Průměr základní kružnice ozubeného kola 3	[mm]

d_{b4}	Průměr základní kružnice ozubeného kola 4	[mm]
d_{b5}	Průměr základní kružnice ozubeného kola 5	[mm]
d_{b6}	Průměr základní kružnice ozubeného kola 6	[mm]
d_{b7}	Průměr základní kružnice ozubeného kola 7	[mm]
d_{b8}	Průměr základní kružnice ozubeného kola 8	[mm]
m	Modul	[-]
n_5	Otáčky ozubeného kola 5	[ot/min]
n_6	Otáčky ozubeného kola 6	[ot/min]
n_7	Otáčky ozubeného kola 7	[ot/min]
n_8	Otáčky ozubeného kola 8	[ot/min]
p_1	Rozteč pro oz. soukolí 1	[mm]
p_2	Rozteč pro oz. soukolí 2	[mm]
p_3	Rozteč pro oz. soukolí 3	[mm]
p_4	Rozteč pro oz. soukolí 4	[mm]
p_{b1}	Základní rozteč oz. soukolí 1	[mm]
p_{b2}	Základní rozteč oz. soukolí 2	[mm]
p_{b3}	Základní rozteč oz. soukolí 3	[mm]
p_{b4}	Základní rozteč oz. soukolí 4	[mm]
$u_{1,2}$	Převodové číslo ozubeného soukolí 1	[-]
$u_{3,4}$	Převodové číslo ozubeného soukolí 2	[-]
$u_{5,6}$	Převodové číslo ozubeného soukolí 3	[-]

u_{C1}	Celkové převodové číslo převodu 1:12	[-]
x_1	Neznámá hodnota 1	[-]
x_2	Neznámá hodnota 2	[-]
x_3	Neznámá hodnota 3	[°]
x_4	Neznámá hodnota 4	[s]
z_1	Počet zubů ozubeného kola 1	[-]
z_2	Počet zubů ozubeného kola 2	[-]
z_3	Počet zubů ozubeného kola 3	[-]
z_4	Počet zubů ozubeného kola 4	[-]
z_5	Počet zubů ozubeného kola 5	[-]
z_6	Počet zubů ozubeného kola 6	[-]
z_7	Počet zubů ozubeného kola 7	[-]
z_8	Počet zubů ozubeného kola 8	[-]
z_9	Počet zubů ozubeného kola 9	[-]
α	Úhel profilu ozubeného kola	[°]
π	Ludolfovo číslo	[-]

1. ÚVOD

V současné době se na českém trhu nenachází multifunkční pohon věžních hodin, který by byl snadno složitelný dle požadavků zákazníka. Z tohoto důvodu vzniklo zadání této diplomové práce, aby firma IMPULS-B s.r.o. mohla vyrábět a skládat pohony dle vlastní potřeby, nebo potřeb jejich zákazníků.

Mým úkolem je tedy navrhnout pohon věžních hodin, který bude splňovat zadání firmy. Hlavní část pohonu se musí skládat z převodovky 1:12. Dále musí být možnost přidat pohon, který je v podobě motoru 230 V Crouzet. Zákazník může požadovat osvětlení ručiček, proto musí být možnost poskládat pohon s ohledem na připojení LED osvětlení. Celkový pohon se tedy může skládat z převodovky 1:12, motoru a LED osvětlení.

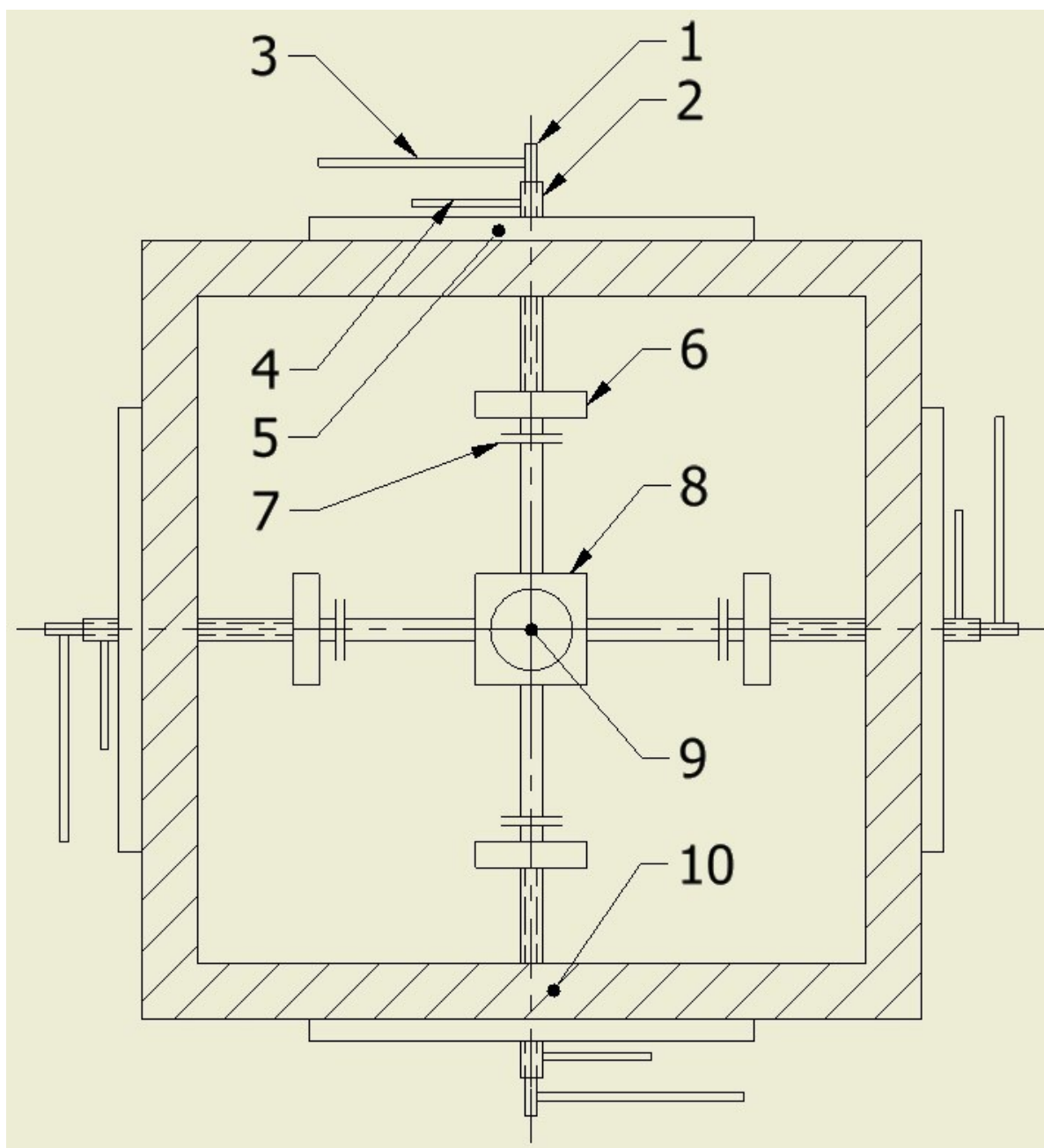
Důraz kladu na jednoduchost celku s ohledem na jeho snadnou údržbu. Dále je důležitá cena výroby, proto se snažím použít co nejvíce normalizovaných dílů, materiálů a volně dostupných komponentů.

2. SEZNÁMENÍ S VĚŽNÍMI POHONY

Každý někdy viděl hodiny na kostele. Málokdo ale ví, jak celý systém věžních hodin vlastně funguje. Pro lepší pochopení a orientaci v diplomové práci tento systém popíšu.

2.1 Věžní pohon – staré řešení

Toto řešení (viz Obrázek 1) je zastaralé a používalo se až donedávna. V dnešní době se zařízení inovují a vyměňují za staré.

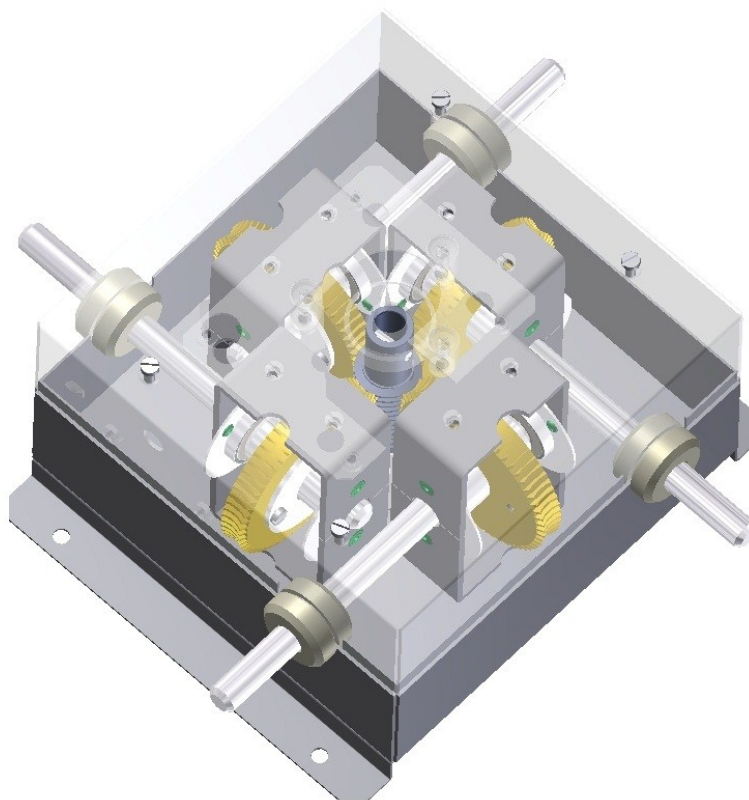


Obrázek 1 Věžní pohon - staré řešení

2.1.1 Popis starého řešení (Obrázek 1)

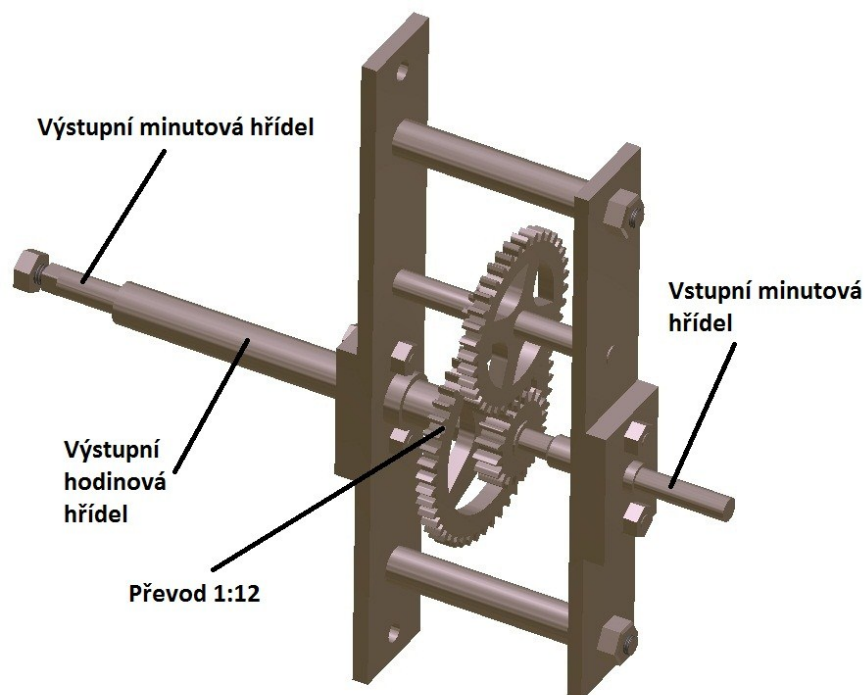
1. Minutová osa
2. Hodinová osa
3. Minutová ručička
4. Hodinová ručička
5. Ciferník
6. Převodovka 1:12
7. Spojka
8. Čtyř-směrná převodovka
9. Elektromotor
10. Zed'

Na elektromotor (9) se přivede elektrický proud. Pomocí čtyř-směrné převodovky (8) se převádí rotační pohyb hřídelí do čtyř stran. Spojka (7) např. kloubová propojí hřídel ze čtyř-směrné převodovky se vstupní (minutovou) hřídelí převodovky 1:12 (6). Ta převádí pohyb na dvě výstupní osy – minutovou a hodinovou. K minutové hřídeli je připevněná minutová ručička a k hodinové hřídeli ručička hodinová. Převod je sestrojen tak, aby se minutová osa otočila 12x a hodinová osa 1x. Tím uplyne dvanáct hodin v reálném čase. Na Obrázku 2 lze vidět čtyřsměrnou převodovku. Převodovku tvoří šnek a čtyři ozubená kola.



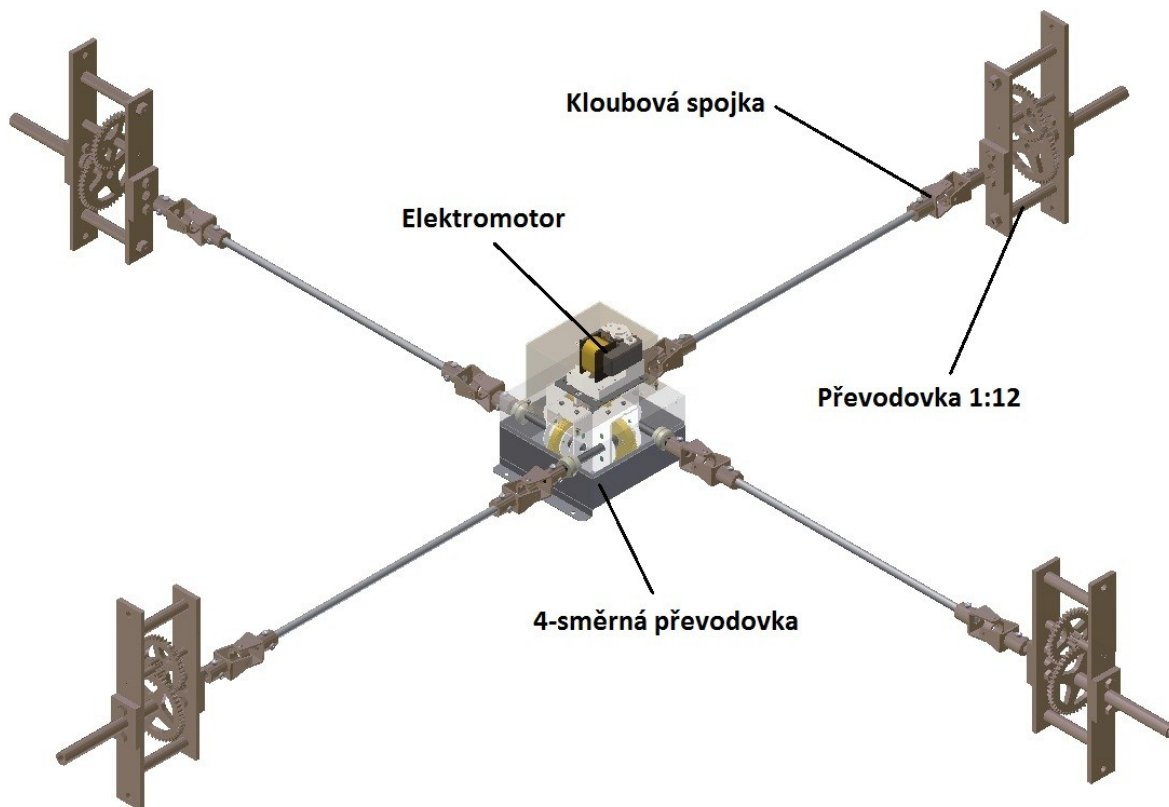
Obrázek 2 Čtyřsměrná převodovka

Na Obrázku 3 lze vidět původní, starou a nekrytou převodovku 1:12. Tato převodovka je v dnešních dobách nahrazována převodovkami modernějšími.



Obrázek 3 Původní převodovka 1:12

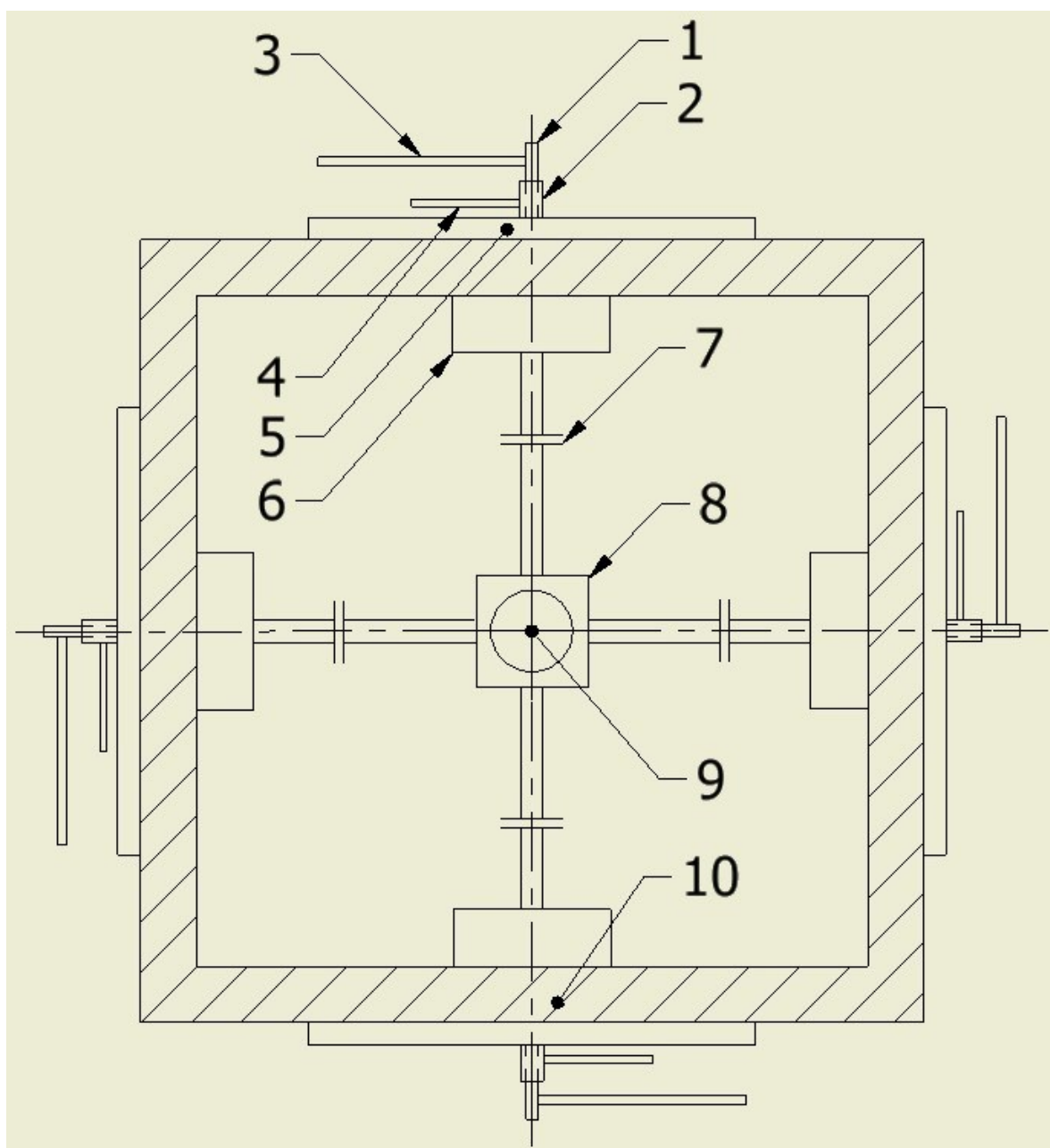
Takhle to vypadalo vcelku viz Obrázek 4. Hřídele jsou spojeny kloubovou spojkou.



Obrázek 4 Starý pohon věžních hodin

2.2 Věžní pohon – první varianta

Asi nejčastější varianta, která se v praxi naskytne. Pokud je čtyřsměrná převodovka v dobrém stavu, využije se a vymění se pouze stará převodovka 1:12. Ke spojení hřídelí se použije původní kloubová spojka popř. spojka nová.



Obrázek 5 Věžní pohon - první varianta

2.2.1 Popis první varianty

1. Minutová osa
2. Hodinová osa
3. Minutová ručička
4. Hodinová ručička
5. Ciferník
6. Novější převodovka 1:12
7. Spojka
8. Čtyř-směrná převodovka
9. Elektromotor
10. Zed'

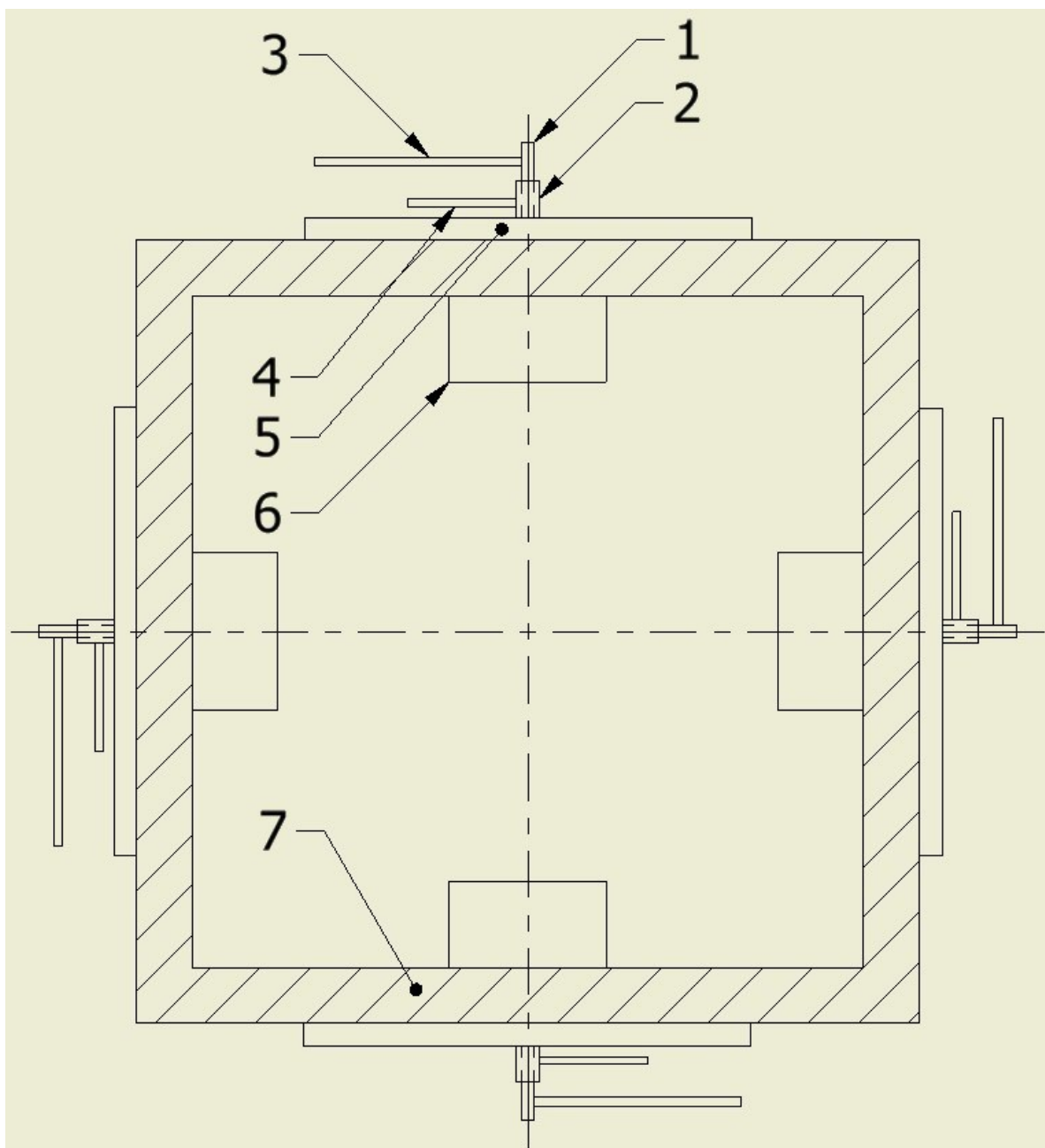
Na elektromotor (9) se přivede elektrický proud. Pomocí čtyř-směrné převodovky (8) se převádí rotační pohyb hřídelí do čtyř stran. Spojka (7), např. kloubová, propojí hřídel ze čtyř-směrné převodovky se vstupní (minutovou) hřídelí převodovky 1:12 (6). Ta převádí pohyb na dvě výstupní osy – minutovou a hodinovou. Na Obrázku 6 lze vidět jednu z variant modernějších převodovek 1:12.



Obrázek 6 Modernější převodovka 1:12 [1]

2.3 Věžní pohon – druhá varianta

Další možností je vynechat např. nefunkční čtyřsměrnou převodovku. Tím také odpadne nutnost použít spojky ke spojení hřídelí. Pro tuto variantu se použijí převodovky 1:12 s vlastním pohonem, který zajišťuje elektromotor. Nevýhodou je použití čtyřech elektromotorů oproti jednomu. Tato varianta se používá např. na veřejně přístupných místech.



Obrázek 7 Věžní pohon - druhá varianta

2.3.1 Popis druhé varianty

1. Minutová osa
2. Hodinová osa
3. Minutová ručička
4. Hodinová ručička
5. Ciferník
6. Moderní převodovka 1:12 s vlastním pohonem
7. Zed'

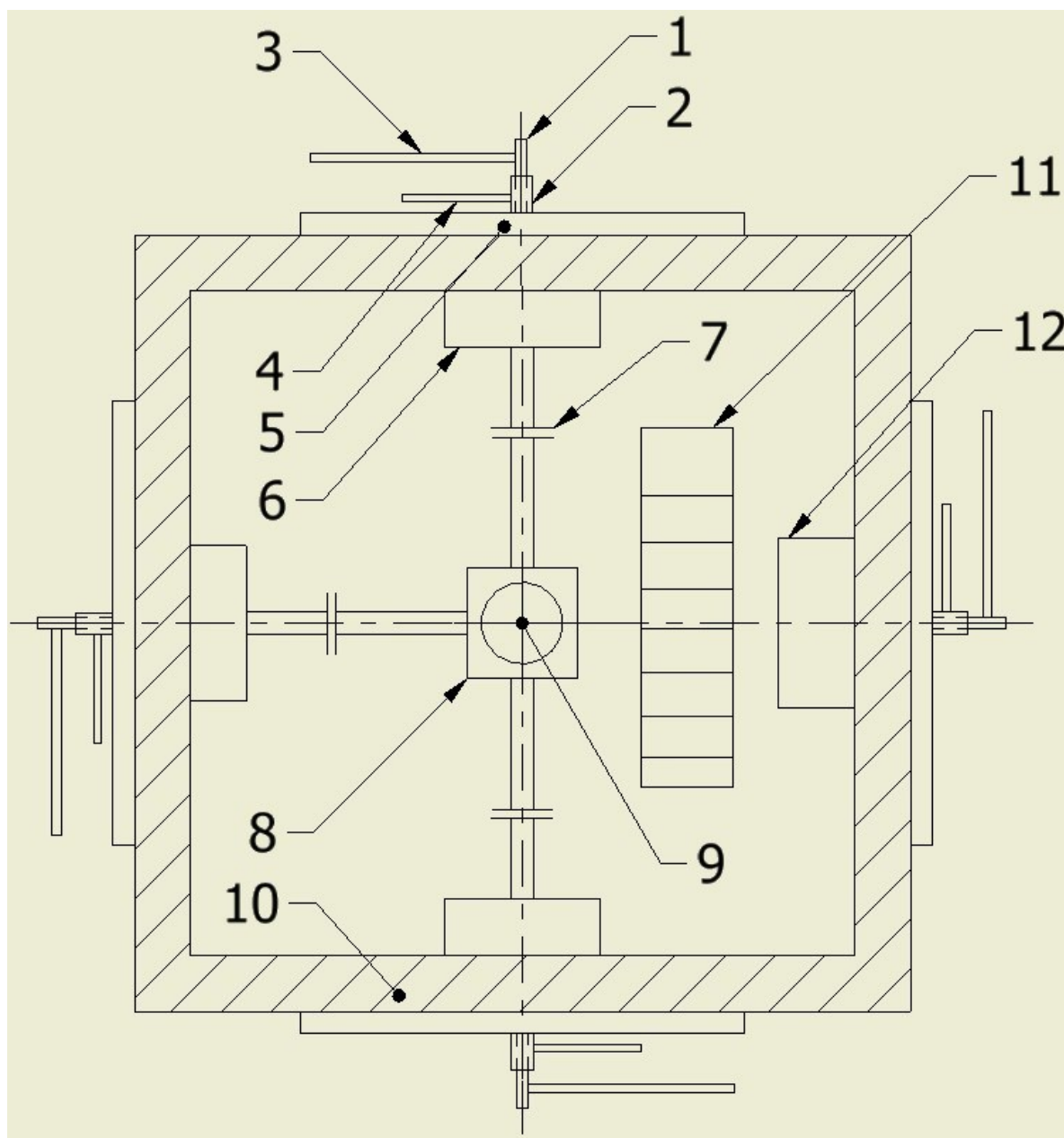
Elektrická energie se přivede zvlášť na čtyři samostatné elektromotory, které jsou součástí čtyř pohonů (6). Na Obrázku 8 je ukázka moderní převodovky 1:12 s vlastním pohonem.



Obrázek 8 Moderní převodovka 1:12 s vlastním pohonem [1]

2.4 Věžní pohon – třetí varianta

Ve skutečnosti se nic nemusí dařit podle plánu. V cestě nám může stát nějaká překážka např. v podobě schodů, nebo trámu. V tomto případě se situace řeší následujícím způsobem (viz Obrázek 9). Jednoduše na straně, kde je překážka, se odstraní daný výstup ze čtyřsměrné převodovky a nahradí se moderní převodovkou 1:12 s vlastním pohonem.



Obrázek 9 Věžní pohon – třetí varianta

2.4.1 Popis třetí varianty

1. Minutová osa
2. Hodinová osa
3. Minutová ručička
4. Hodinová ručička
5. Ciferník
6. Moderní převodovka 1:12
7. Spojka
8. Čtyř-směrná převodovka
9. Elektromotor
10. Zed'
11. Schody
12. Moderní převodovka 1:12 s vlastním pohonem

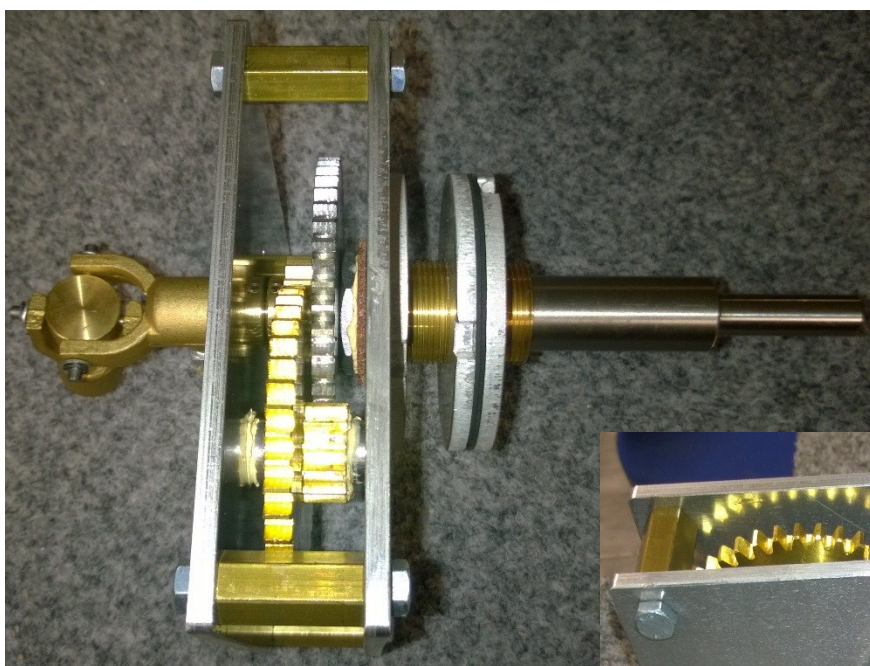
Na elektromotor (9) se přivede elektrický proud. Pomocí čtyř-směrné převodovky (8) se převádí rotační pohyb hřídelí do čtyř stran. Spojka (7) např. kloubová propojí hřídel ze čtyřsměrné převodovky se vstupní (minutovou) hřídelí převodovky 1:12 (6). Na straně překážky se potom zabuduje moderní převodovka 1:12 s vlastním pohonem (12).

3. VÝTAH Z REŠERŠE

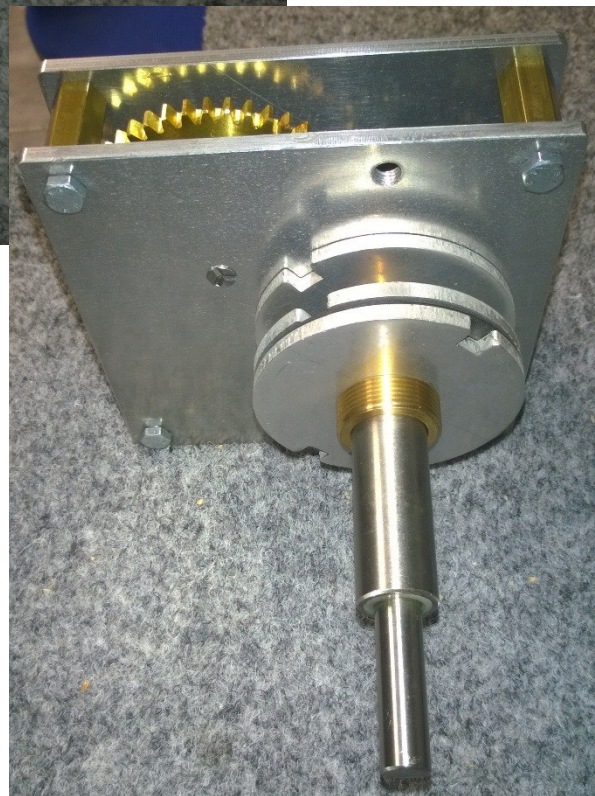
V rešeršní části uvedu a srovnám několik dostupných pohonů věžních hodin.

3.1 Italská převodovka 1:12

Na Obrázku 10 a 11 můžeme vidět verzi převodovky 1:12 od italské firmy Ecat. Konstrukce je hranatého tvaru. Je využito co nejvíce místa. Ke spojení hřídelí používají kloubovou spojku. Celkové rozměry převodové skříně, tzn. bez hřídelů, jsou 100x120 – 42 mm.



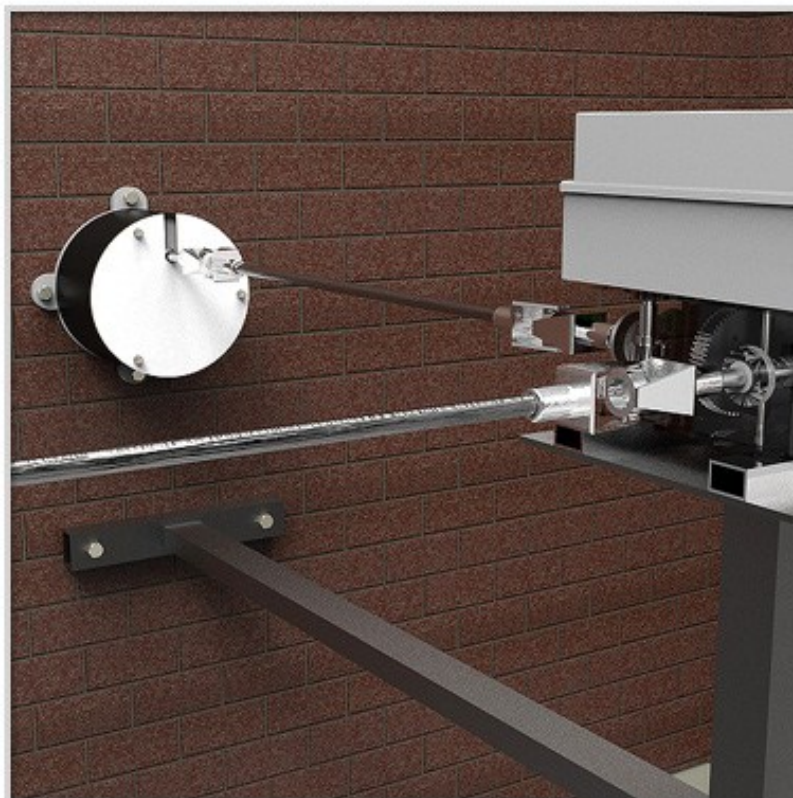
Obrázek 11 Italská převodovka 1:12 – pohled 1 [1]



Obrázek 10 Italská převodovka 1:12 – pohled 2 [1]

3.2 Polská převodovka

Polská převodovka je na rozdíl od italské kruhového tvaru. Je také větších rozměrů, jelikož se jedná o kompletní věžní pohon s převodovkou 1:12, LED osvětlením a motorem. Celkové rozměry převodové skříně, tzn. bez hřídelů, jsou $\Phi 150 - 125$ mm.



Obrázek 12 Polská převodovka+LED+motor [2]



Obrázek 13 Konstrukce polské převodovky [2]

3.3 Italská převodovka

Tato převodovka pochází rovněž od italské firmy Ecat. Je navíc vybavena vlastním pohonem v podobě elektromotoru. Konstrukce už je kruhového tvaru. Rozměry převodové skříně, tzn. bez hřídelů, narostly na 125x125 – 87 mm.



Obrázek 14 Italská převodovka [1]



Obrázek 15 Italská převodovka – detail [1]

3.4 Dibond

Sendvičová deska s jádrem z polyetylenu (PE) a krycími vrstvami z hliníkových plechů o síle 0,3 mm., která se vyznačuje velmi nízkou hmotností a zároveň velkou pevností v ohybu. Mezi další vlastnosti patří výborná odolnost povětrnostním vlivům, dokonale hladký povrch, snadné opracování a ohýbání. [3]

Barevné varianty:

Standardní barvy (RAL):

- 9016 bílá
- 1023 žlutá
- 1015 slonová kost
- 3020 červená
- 5002 modrá
- 6024 zelená
- 9005 černá



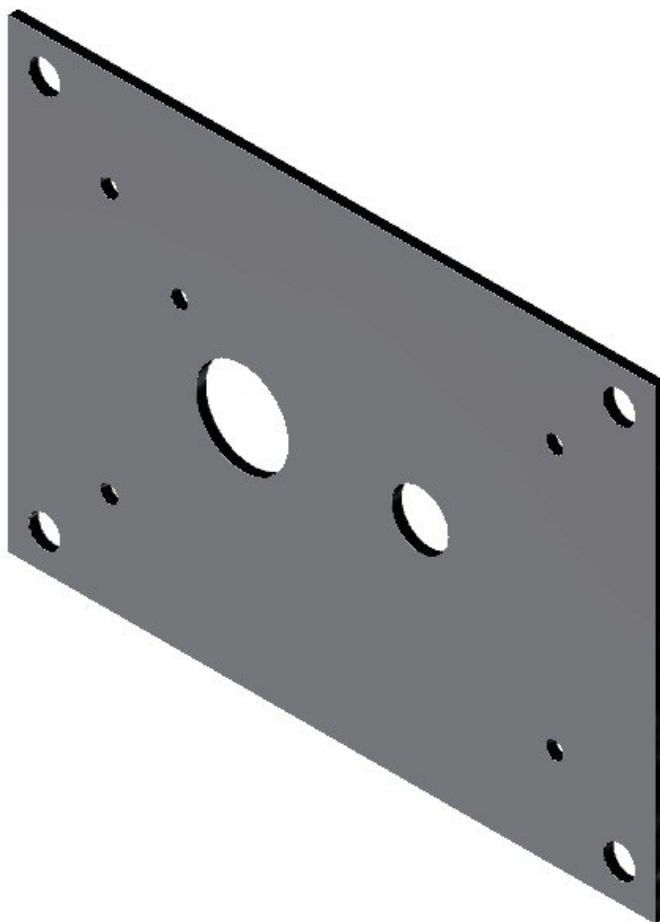
Obrázek 16 Dibond [3]

4. NÁVRH BLOKU S PŘEVODOVKOU 1:12

Celý návrh pohonu je vlastně rozdělen do dvou bloků (částí). Začnu tím nejjednodušším, a to blokem, který tvoří pouze převodovka 1:12. Převod 1:12 je nezbytnou částí věžního pohonu, a tudíž musí být vždy zastoupen. Tento blok nahrazuje ony staré převodovky (viz Obrázek 3). Z tohoto bloku budou vycházet ostatní bloky.

4.1 Základ bloku

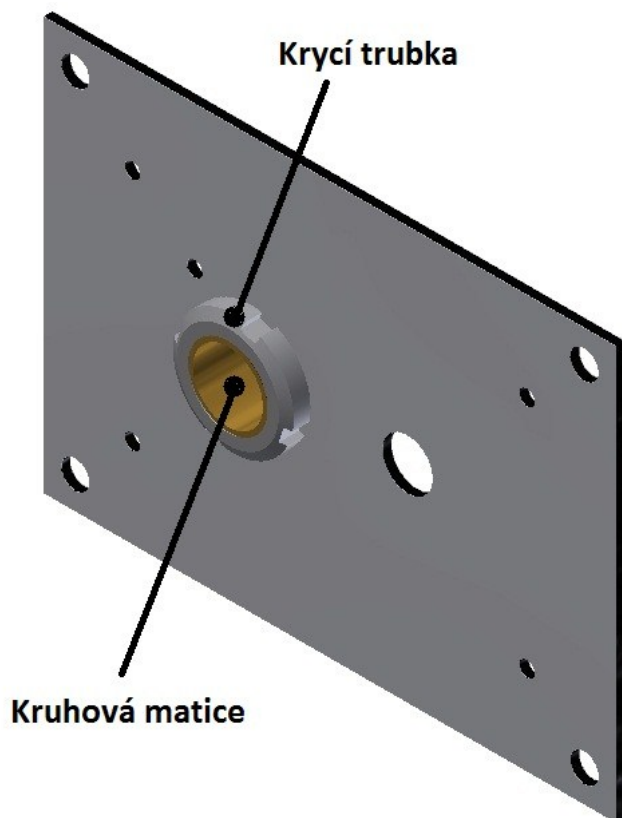
Základ bloku s převodovkou 1:12 tvoří deska obdélníkového průřezu. Deska je z neznačkových Alu sendvičů [4], což je levnější varianta originálních německých desek Dibond (viz rešerše 3.4). Tento materiál jsem použil na základě zadání firmy, jelikož ho používají ve velkém počtu v různých oblastech. V desce jsou díry pro následné umístění šroubů, hřídelí apod. Rozměry desky 180x130x3 mm.



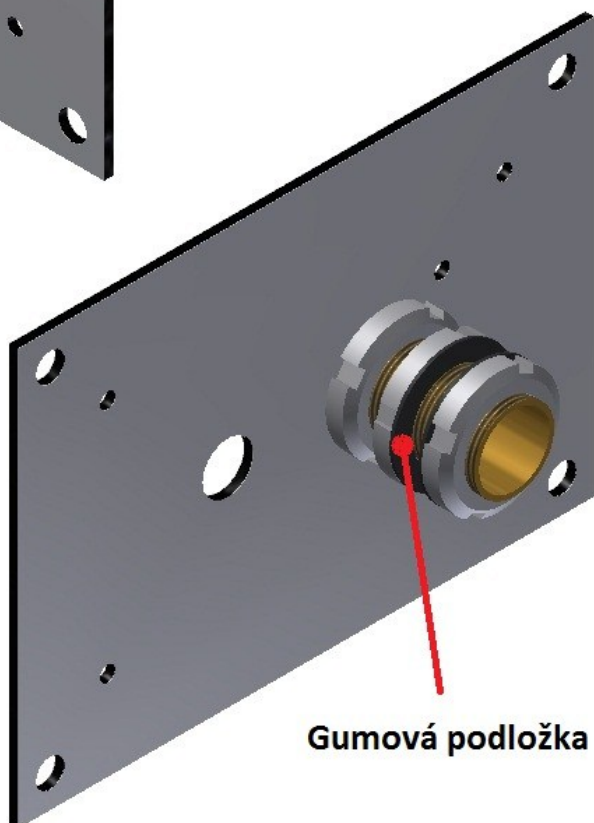
Obrázek 17 Základ bloku

4.2 Krycí trubka

Na mosazné trubce [5] o rozměrech $\Phi 25 \times 1,5 - 50$ je vytvořen vnější závit o rozměrech M25x1,5. Krycí trubka je upevněna v základu pomocí kruhových matic KM05 M25x1,5 [6]. Další dvě kruhové matice jsou k dispozici pro uchycení číselníku (viz Obrázek 19). Mezi kruhovými maticemi jsou gumové podložky, aby nedošlo k poškození číselníku.



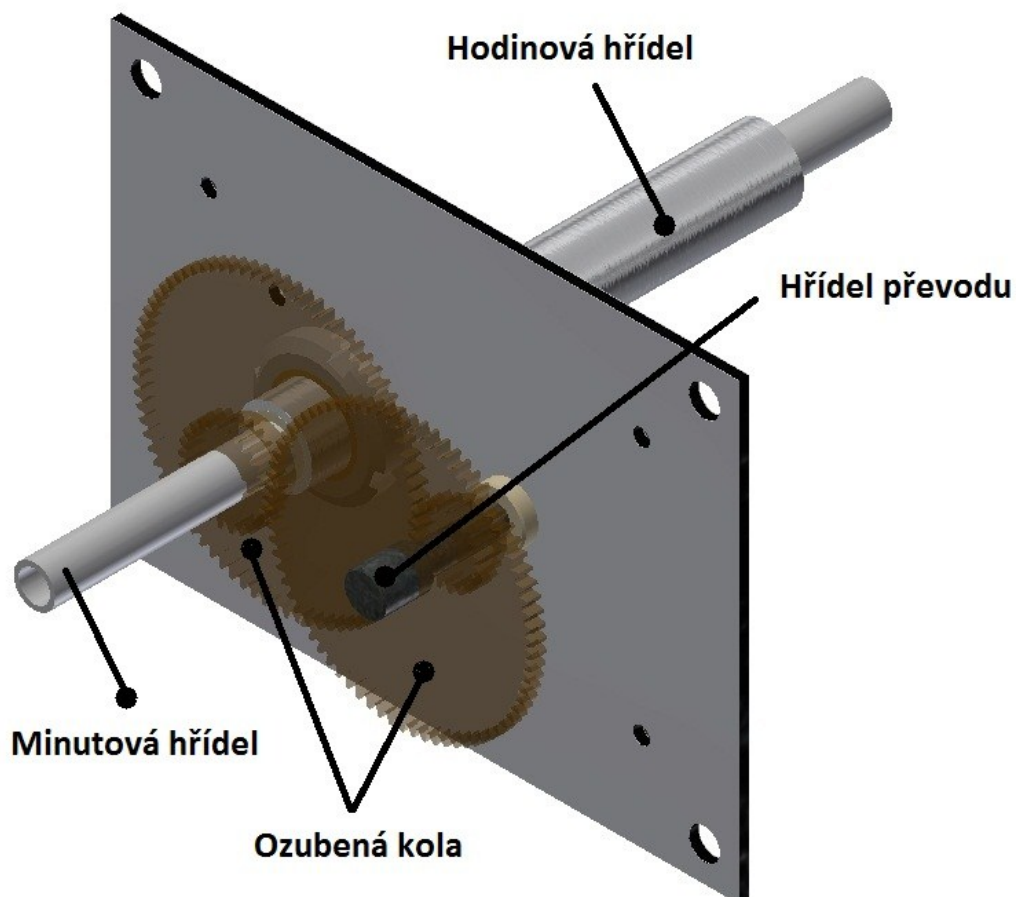
Obrázek 18 Krycí trubka_uchycení



Obrázek 19 Krycí trubka_uchycení ciferníku

4.3 Hřídele

Součástí bloku s převodovkou 1:12 jsou dvě základní hřídele. Minutová hřídel, která řídí minutovou ručičku, a hodinová hřídel, ovládající hodinovou ručičku. Tyto hřídele jsou vzájemně zpřevodovány pomocí ozubených kol.



Obrázek 20 Hřídele a ozubená kola

4.3.1 Minutová hřídel

Minutová hřídel je z normalizované bezešvé trubky dle ČSN 42 6711 o rozměrech $\Phi 12 \times 1,5 - 240$ [7]. Materiál trubky je 11 353.1. Mezi minutovou hřídelí a hodinovou hřídelí jsou silonové vložky, které plní funkci ložisek.

4.3.2 Hodinová hřídel

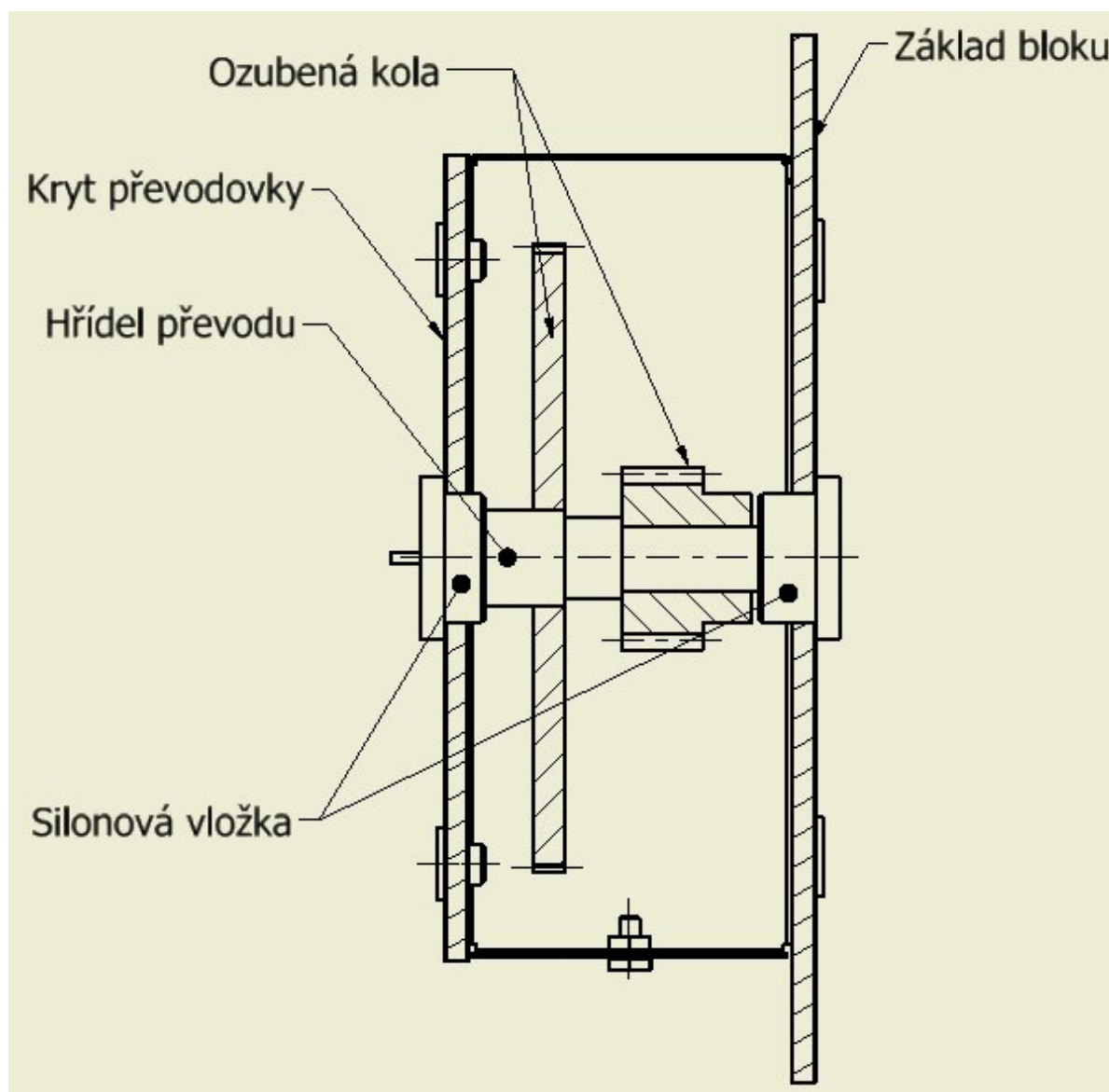
Hodinová hřídel je z normalizované bezešvé trubky dle ČSN 42 5715 o rozměrech $21,3 \times 2,3 - 141$ [8]. Hřídel je vsunuta v mosazné krycí trubce.

4.3.3 Hřídel převodu

Tato hřídel je vyrobena z materiálu 11 353 a je odstupňována tak, aby umožnila snadné nalisování ozubených kol.

4.3.4 Uložení hřídelí

Uložení hřídelí je za pomoci silonových vložek, které jsou pevně uchyceny v základu bloku a v krytu převodovky za pomoci přesného lícování. Silonové vložky pak lze jednoduše „naklepnout“.



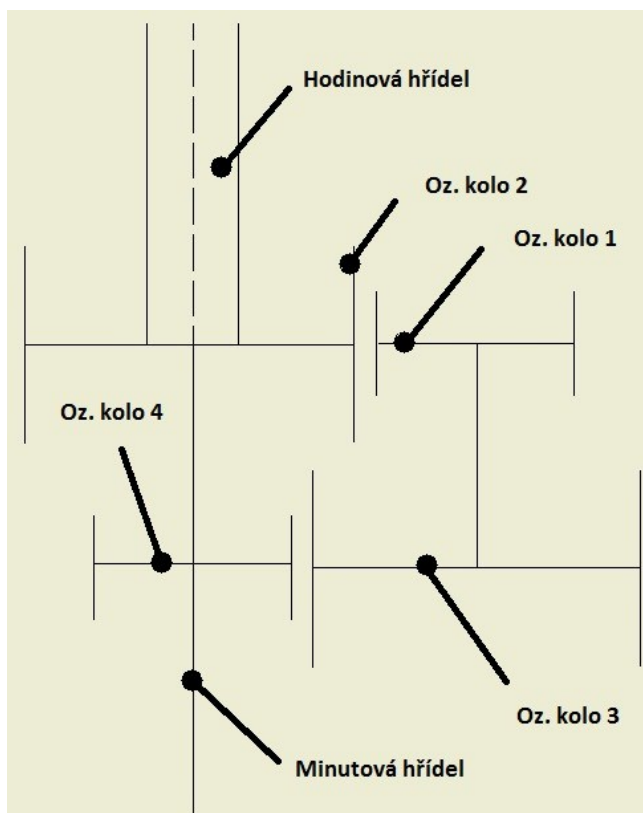
Obrázek 21 Uložení hřídelí

4.4 Ozubené soukolí – převod 1:12

Převod se skládá ze dvou ozubených soukolí, tedy ze čtyř ozubených kol. Výpočty jsem provedl v programu Inventor. Ozubená kola budou nalisována na příslušné hřídele.

Požadovaný celkový převod

$$u_{C1} = \frac{1}{12} \doteq \underline{\underline{0,08333}}$$



Obrázek 22 Schéma převodu 1:12

4.4.1 Návrh ozubeného soukolí 1 (oz. kolo 1 a 2)

Počty zubů jednotlivých ozubených kol jsem volil na základě standardně vyráběných ozubených kol dle katalogu. Aby byly kombinace výpočtů převodu rychlejší, využil jsem programu Inventor.

Převodové číslo

Volím počet zubů $z_1 = 20$ a $z_2 = 80$.

$$u_{1,2} = \frac{z_1}{z_2} = \frac{20}{80} = \underline{\underline{0,25}}$$

Průměr roztečné kružnice oz. kola 1

Volím modul $m=1$ z důvodu optimální velikosti ozubeného kola.

$$d_1 = z_1 \cdot m = 20 \cdot 1 = \underline{\underline{20 \text{ mm}}}$$

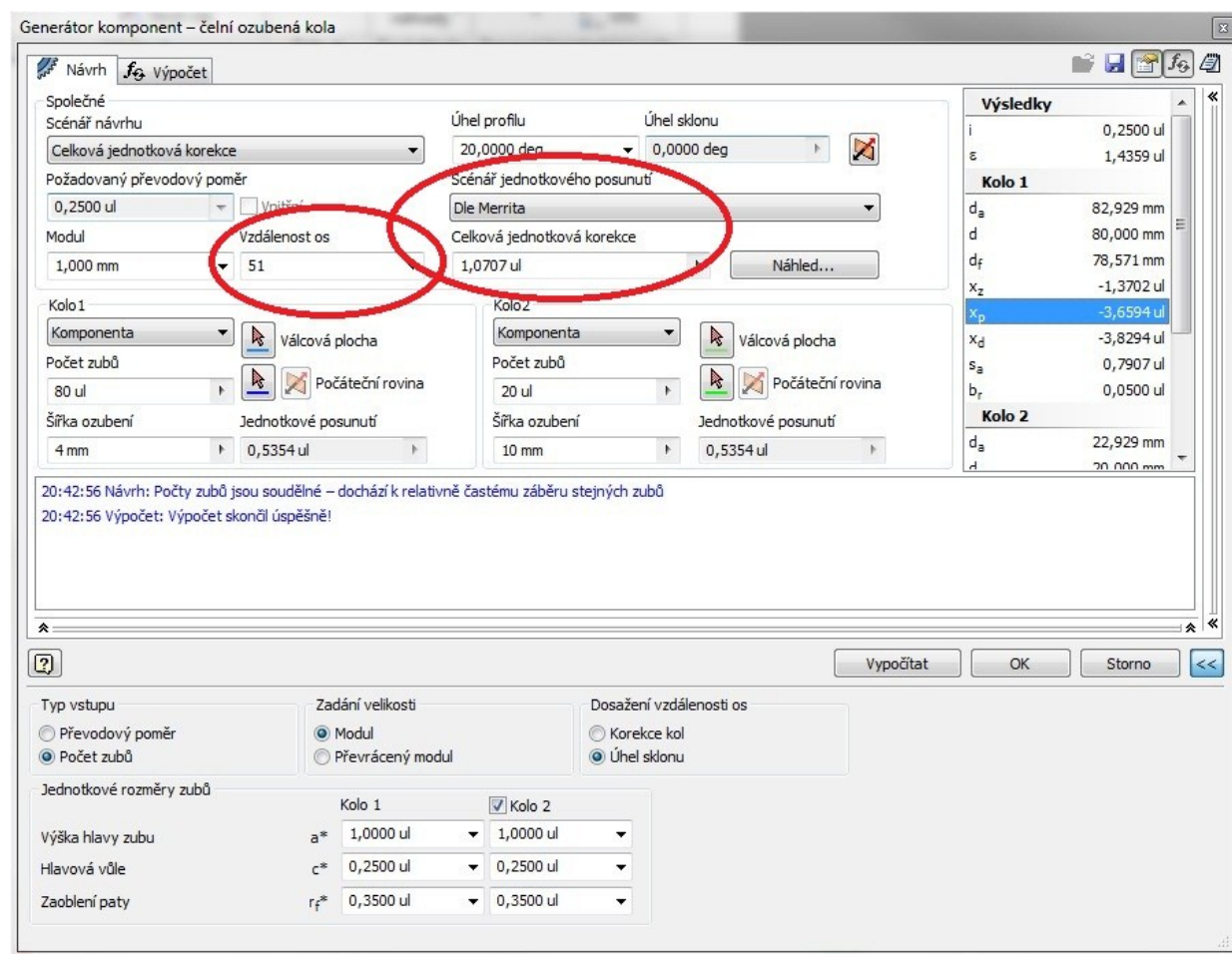
Průměr roztečné kružnice oz. kola 2

$$d_2 = z_2 \cdot m = 80 \cdot 1 = \underline{\underline{80 \text{ mm}}}$$

Teoretická osová vzdálenost

$$a_1 = \frac{(d_1 + d_2)}{2} = \frac{(20 + 80)}{2} = \underline{\underline{50 \text{ mm}}}$$

Podle výpočtů korekcí ozubených dle Merrita z programu Inventor (viz. Obrázek 23), volím skutečnou osovou vzdálenost $a_{w1} = 51 \text{ mm}$. Výpočet oznamuje, že počty zubů jsou soudělné: Při nízkých otáčkách převodu je toto zanedbatelné.



Obrázek 23 Výpočet skutečné osové vzdálenosti oz. soukolí 1 v programu Inventor

Průměr základní kružnice oz. kola 1

Úhel profilu $\alpha=20^\circ$

$$d_{b1} = d_1 \cdot \cos \alpha = 20 \cdot \cos 20 \doteq \underline{\underline{18,794 \text{ mm}}}$$

Průměr základní kružnice oz. kola 2

$$d_{b2} = d_2 \cdot \cos \alpha = 80 \cdot \cos 20 \doteq \underline{\underline{75,175 \text{ mm}}}$$

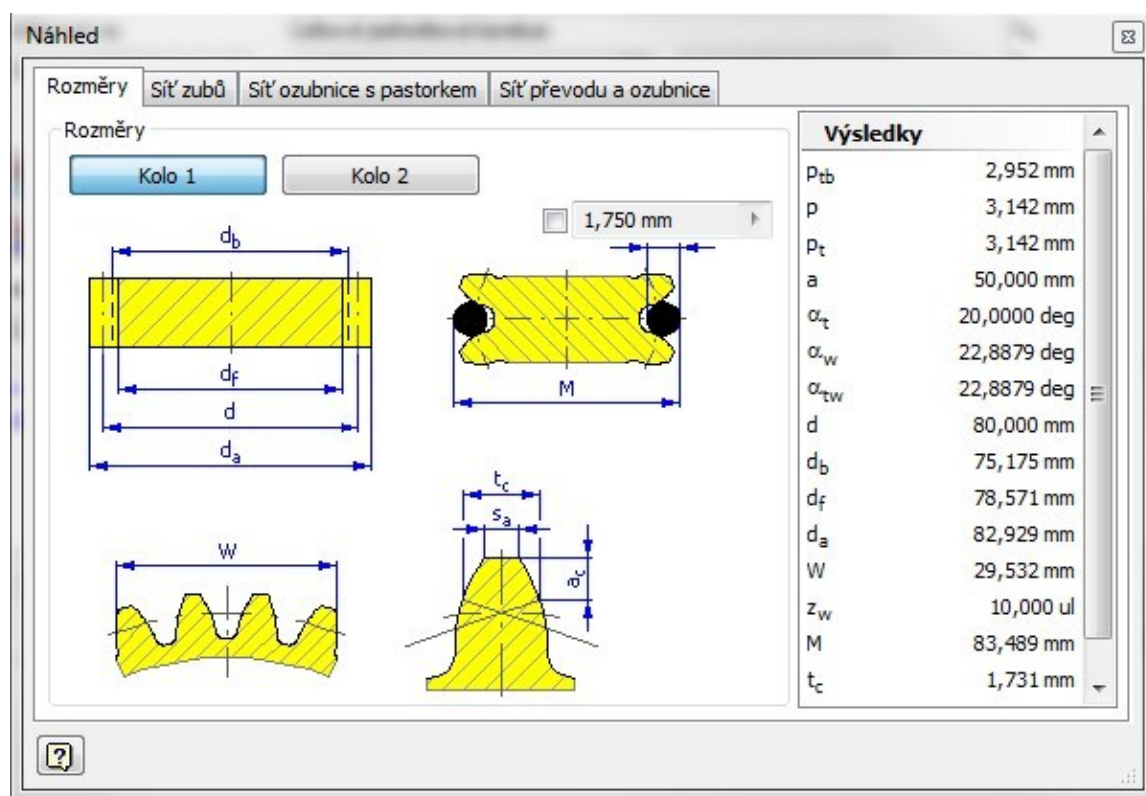
Rozteč

$$p_1 = \pi \cdot m = \pi \cdot 1 \doteq \underline{\underline{3,1416 \text{ mm}}}$$

Základní rozteč

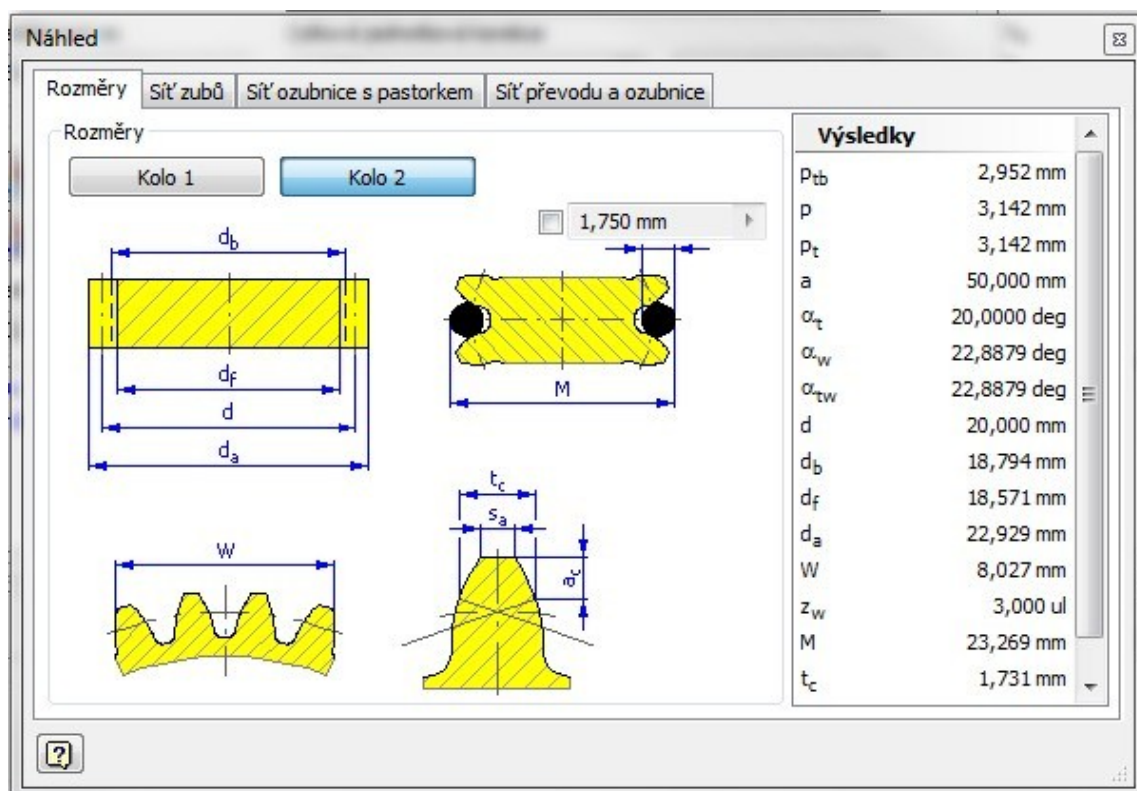
$$p_{b1} = p \cdot \cos \alpha = 3,1416 \cdot \cos 20 \doteq \underline{\underline{2,952 \text{ mm}}}$$

Kontrola výpočtů pro ozubené kolo 2 dle programu Inventor.



Obrázek 24 Kontrola výpočtů pro ozubené kolo 2

Kontrola výpočtů pro ozubené kolo 1 dle programu Inventor.



Obrázek 25 Kontrola výpočtů pro ozubené kolo 1

4.4.2 Návrh ozubeného soukolí 2 (oz. kolo 3 a 4)

Převodové číslo

Volím počet zubů $z_3 = 25$ a $z_4 = 75$.

$$u_{3,4} = \frac{z_3}{z_4} = \frac{25}{75} = \underline{\underline{0,3333}}$$

Roztečná kružnice oz. kola 3

Volím modul $m=1$ z důvodu stejné osové vzdálenosti vzhledem k ozubenému soukolí 1.

$$d_3 = z_3 \cdot m = 25 \cdot 1 = \underline{\underline{25 \text{ mm}}}$$

Roztečná kružnice oz. kola 4

$$d_4 = z_4 \cdot m = 75 \cdot 1 = \underline{\underline{75 \text{ mm}}}$$

Teoretická osová vzdálenost

$$a_2 = \frac{(d_1 + d_2)}{2} = \frac{(25 + 75)}{2} = \underline{\underline{50 \text{ mm}}}$$

Skutečná osová vzdálenost musí být stejná jako u ozubeného soukolí 1. $\underline{\underline{a_{w2} = 51 \text{ mm}}}$

Průměr základní kružnice oz. kola 3

Úhel profilu $\alpha=20^\circ$

$$d_{b3} = d_3 \cdot \cos \alpha = 25 \cdot \cos 20 \doteq \underline{\underline{23,492 \text{ mm}}}$$

Průměr základní kružnice oz. kola 4

$$d_{b4} = d_4 \cdot \cos \alpha = 75 \cdot \cos 20 \doteq \underline{\underline{70,477 \text{ mm}}}$$

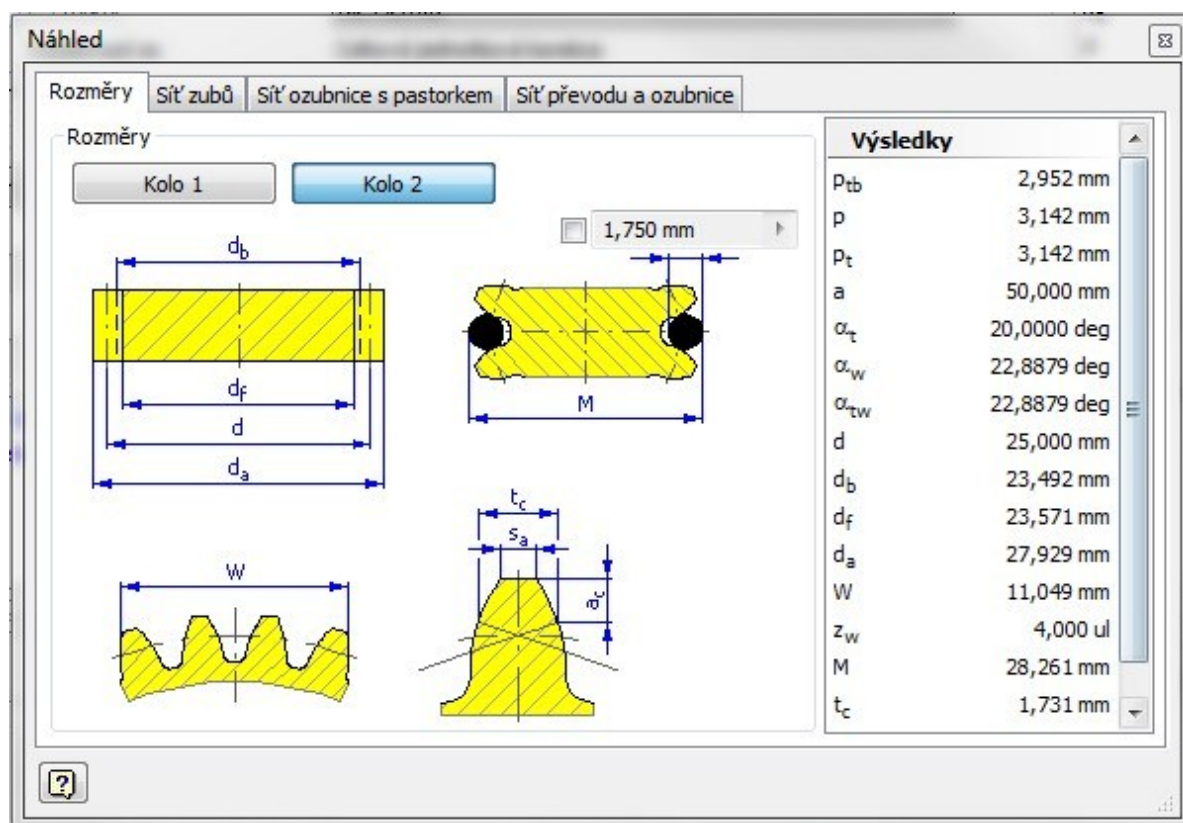
Rozteč

$$p_2 = \pi \cdot m = \pi \cdot 1 \doteq \underline{\underline{3,1416 \text{ mm}}}$$

Základní rozteč

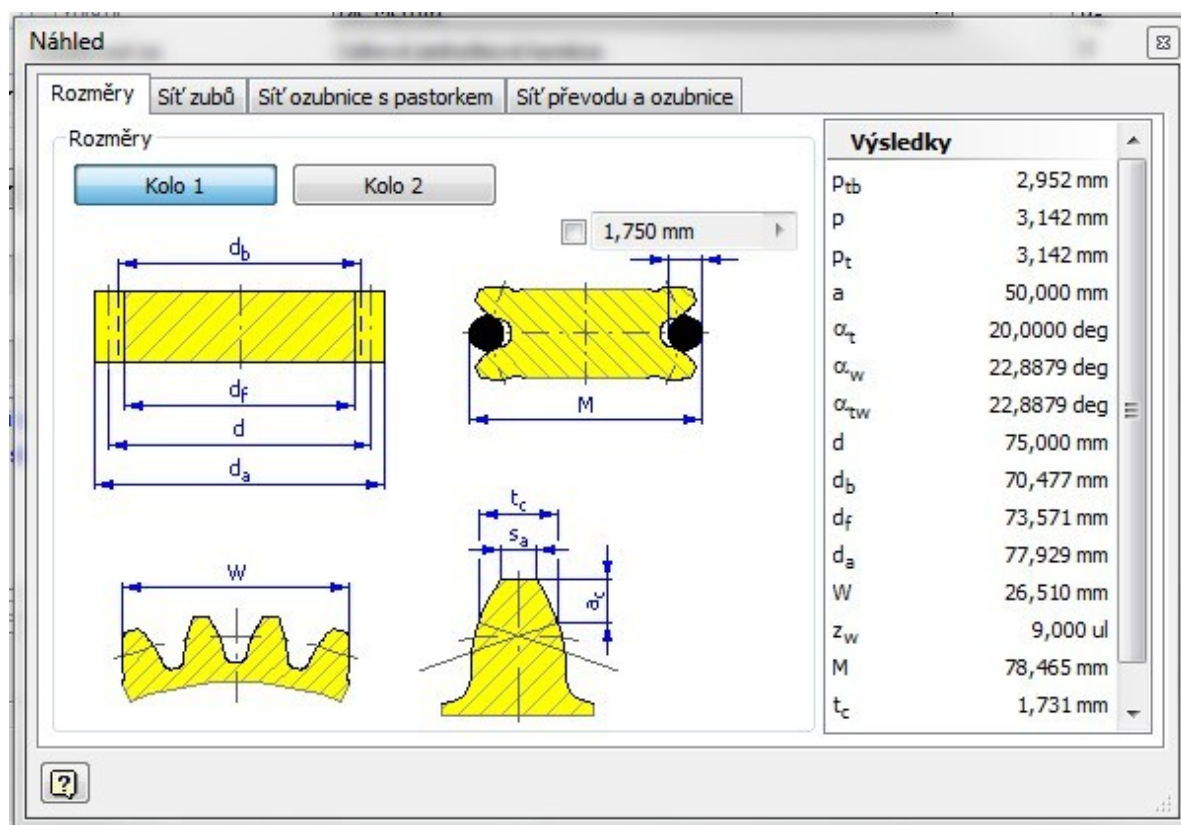
$$p_{b2} = p \cdot \cos \alpha = 3,1416 \cdot \cos 20 \doteq \underline{\underline{2,952 \text{ mm}}}$$

Kontrola výpočtů pro ozubené kolo 3 dle programu Inventor.



Obrázek 26 Kontrola výpočtů pro ozubené kolo 3

Kontrola výpočtů pro ozubené kolo 4 dle programu Inventor.



Obrázek 27 Kontrola výpočtů pro ozubené kolo 4

4.4.3 Kontrolní výpočet celkového převodového poměru

$$u_{c1} = u_{1,2} \cdot u_{3,4} = 0,25 \cdot 0,3333 \doteq 0,08333 \doteq \frac{1}{12} \rightarrow \underline{\underline{VYHOVUJE}}$$

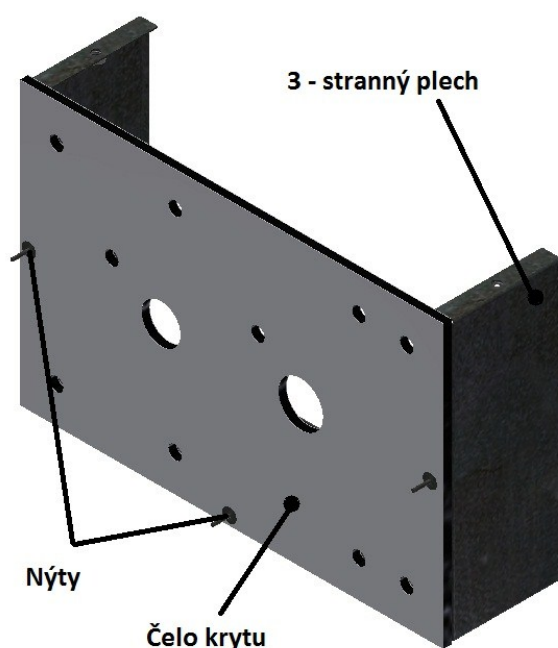
Ozubená kola jsem se snažil navrhnout tak, aby rozměrově seděla s ozubenými koly katalogovými. Tím odpadne nutnost ozubená kola nechat vyrobit. Bohužel, v některých případech neodpovídá průměr díry v ozubeném kolu průměru hřídele. Potom je nutnost tuto díru zvětšit na požadovaný průměr. Ozubená kola jsou od různých firem např. ozubené kolo 2 a ozubené kol 4 jsem volil od firmy Ameco [14], viz Příloha č. 1.

4.5 Kryt převodovky

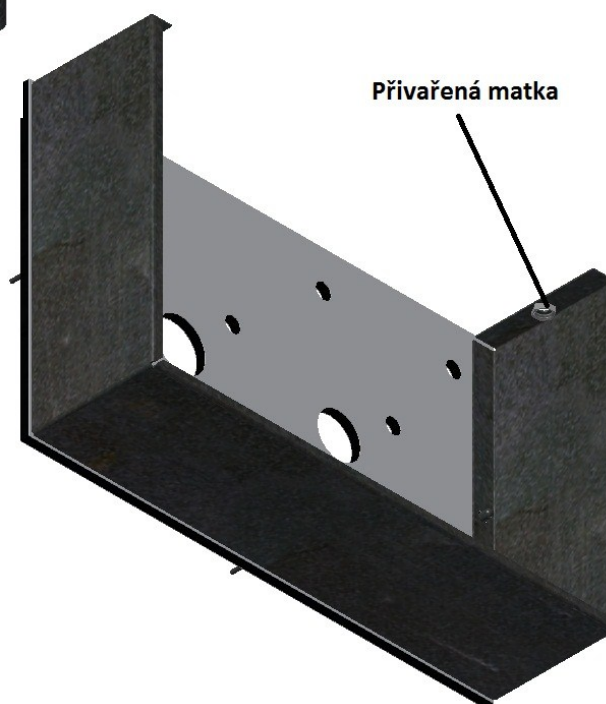
Krytování převodovky jsem vyřešil jedním třístranným ohnutým plechem a jednoduchým plechem, který se přišroubuje k třístrannému plechu. Kryt je takhle rozdělen z důvodu manipulovatelnosti s „vnitřnostmi“ převodovky, popř. rychlé servisovatelnosti.

4.5.1 Třístranný kryt

Plech tenký 0,5 mm se ohne o 90° do tří stran. Pomocí trhacích nýtů se zapuštěnou hlavou [9] se plech připevní k čelu krytu. Plech má přivařené matky z důvodu snadného přišroubování druhé části krytu převodovky (viz Obrázek 29). Čelo krytu je opět z neznačkových Alu sendvičů.



Obrázek 28 Kryt zepředu



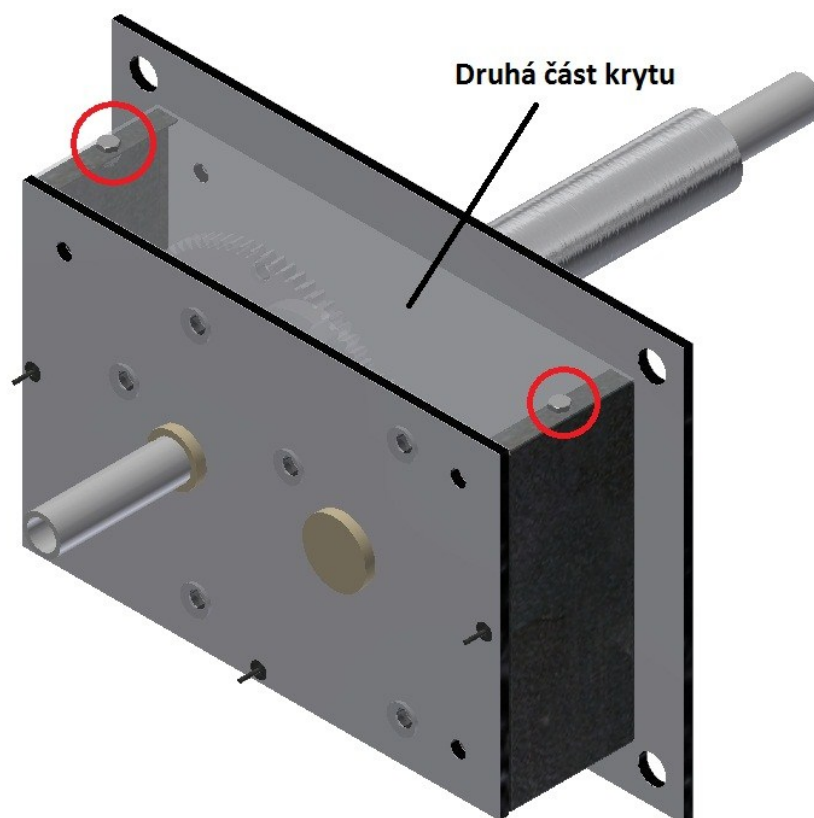
Obrázek 29 Kryt zezadu

4.5.2 Druhá část krytu převodovky

Druhá část krytu převodovky je obyčejný plech tlustý 0,5 mm. Spojení obou krytů je vidět na Obrázku 31. Rozměry plechu jsou 150x39.



Obrázek 30 Druhá část krytu

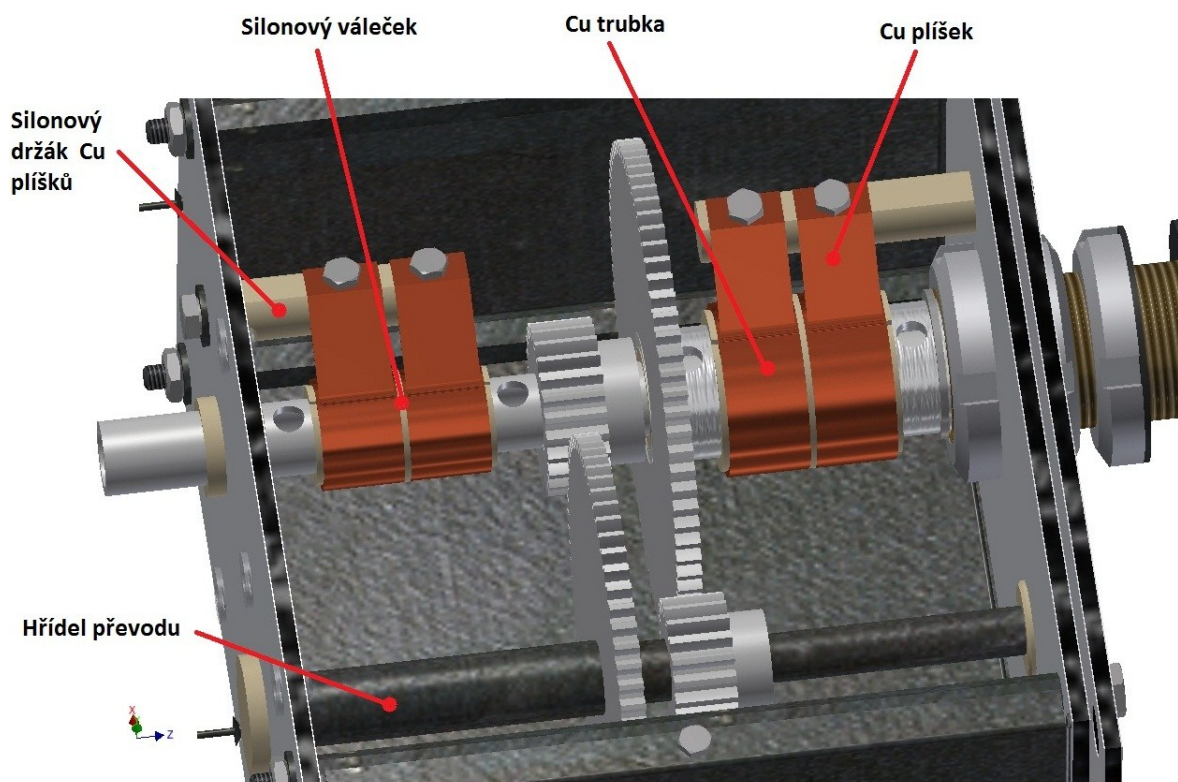


Obrázek 31 Vizualizace upevnění krytu

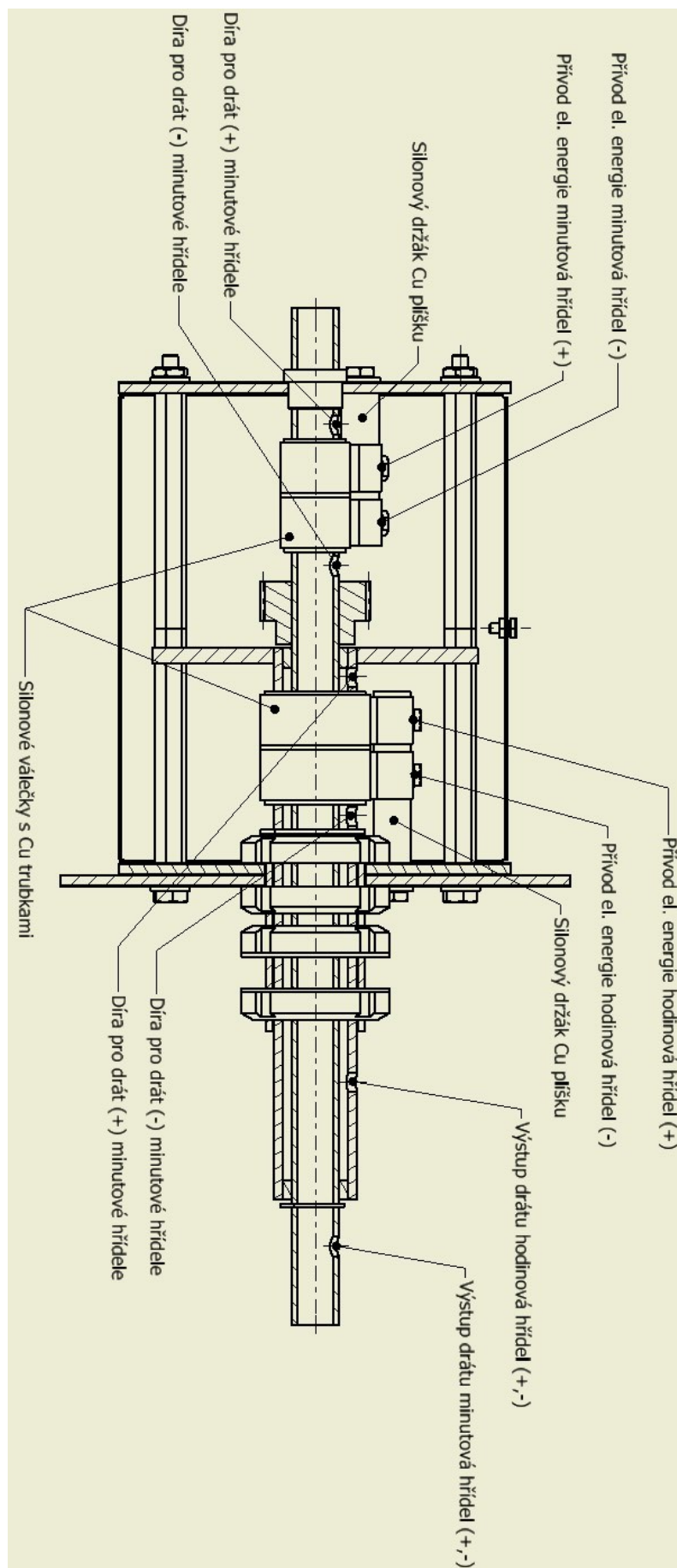
5. NÁVRH BLOKU S PŘEVODOVKOU A LED OSVĚTLENÍM

Při požadavku zákazníka na osvětlení ručiček musí být pohon složitelný i pro tento případ. LED osvětlení je obstaráno normálním LED páskem přilepeným na ručičkách s připojením na 12V. Samotná konstrukce bloku bude podobná jako u prvního bloku, akorát navíc zde budou speciální silonové válečky s měděnými plíšky. Měděné plíšky přenášejí elektrickou energii mezi pevnou a rotující částí. Tento princip slouží k tomu, aby se dráty nezamotávaly resp. nekroutily. Nevýhodou je, že celý blok dostane mnohem větší rozměr, než je u bloku se samostatnou převodovkou 1:12. K dostačujícímu převodu elektrické energie je totiž zapotřebí minimálně 13 mm široký pásek mědi [IV]. Na rozměry ovšem nemusí být kladen takový důraz.

Silonové válečky jsou k hřídeli připevněny konstrukčním lepidlem A 3030 [10]. Na nich jsou opět konstrukčním lepidlem přilepené měděné trubky o rozměrech $\Phi 28 \times 1 - 13$ a $\Phi 18 \times 1$ [11]. Držáky měděných plíšků jsou z nevodivého materiálu, také ze silonu.



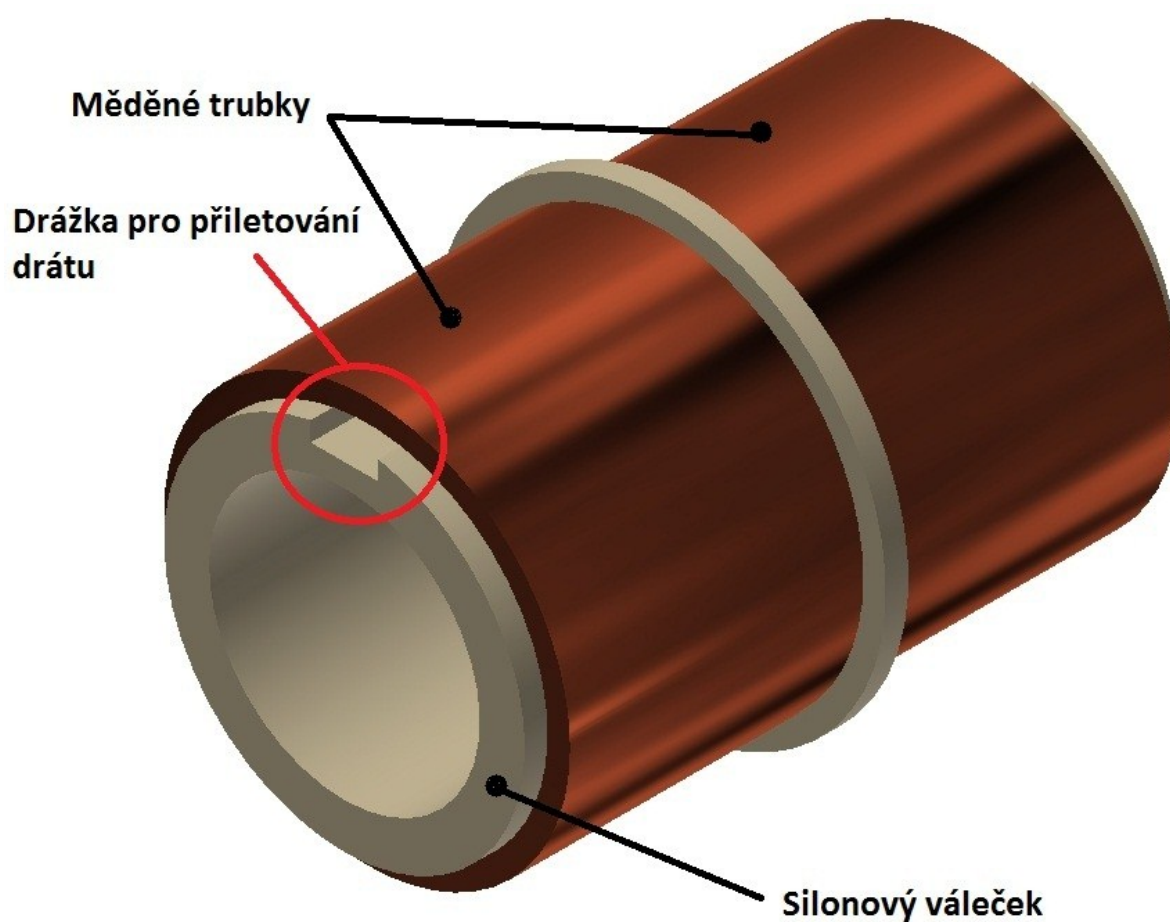
Obrázek 32 Pohled na funkčnost



Obrázek 33 Funkce převodu elektrické energie

Popis obrázku 33:

Na měděné plíšky, které jsou na silonových držácích, se přivede elektrická energie, zvlášť + a -. Měděné plíšky se dotýkají rotujících měděných trubek, které jsou na silonových válečkách. Tím se převádí elektrická energie. Abychom dostali elektrickou energii k ručičkám, přiletuje se dát zespodu měděné trubky a protáhne se dírou v hřídeli (viz Obrázek 34).



Obrázek 34 Detail silonového válečku

6. NÁVRH BLOKU S PŘEVODOVKOU, LED OSVĚTLENÍM A MOTOREM

Základní částí je převodovka s LED osvětlením (viz kapitola 5). K této části se poté sestaví další blok, který bude obsahovat elektromotor. Elektromotor se prodává vcelku společně s převodovkou.

6.1 Elektromotor

Elektromotor Crouzet se prodává vcelku společně s převodovkou.

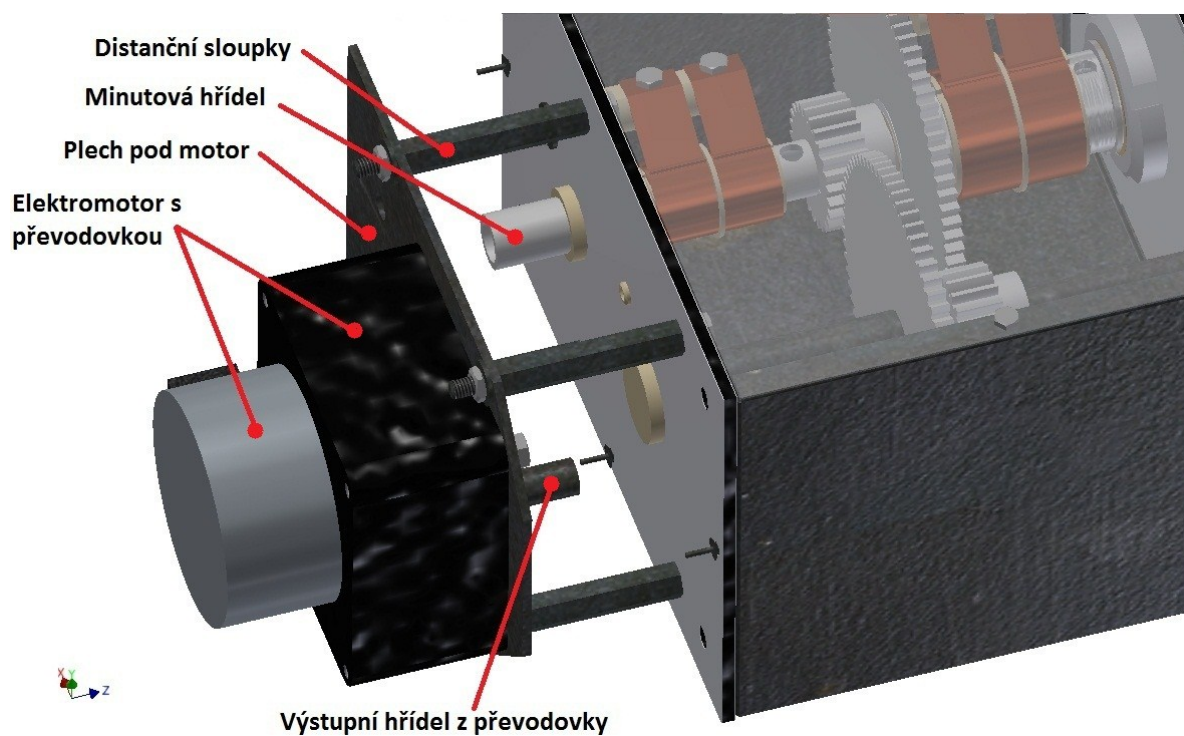
Specifikace elektromotoru:

- Rozměry: $\Phi 51 - 24$ mm
- Vstupní napětí 220-230V
- Otáčky motoru 250 ot/min
- Frekvence 50Hz
- Výkon 5W

Specifikace převodu:

- Rozměry: 65x65x34 mm
- Výstupní otáčky hřídele 6 ot/min

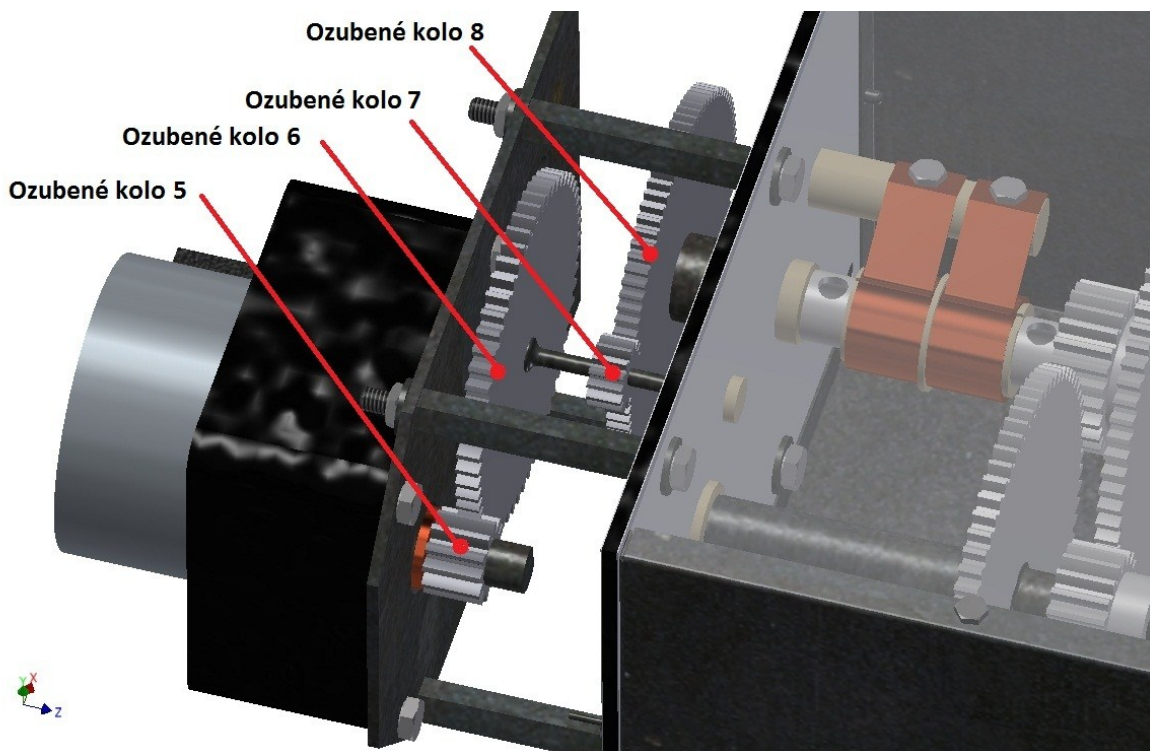
Elektromotor je přišroubovaný k plechu. Plech je poté pomocí distančních sloupků DA7M4X40 [13] přišroubován ke Dibondové desce předchozího patra (viz Obrázek 35).



Obrázek 35 Uchycení elektromotoru

6.2 Převod z elektromotoru na minutovou hřídel

Převod z elektromotoru na minutovou hřídel se uskuteční pomocí ozubených kol. Převod se používá, aby se dosáhlo pomalejších otáček a tím větší síly.



Obrázek 36 Převod z motoru na minutovou hřídel

6.2.1 Návrh ozubeného soukolí 3 (oz. kolo 5 a 6)

Převodové číslo

Volím počet zubů $z_5 = 12$ a $z_6 = 60$.

$$u_{5,6} = \frac{z_5}{z_6} = \frac{12}{60} = \underline{\underline{0,2}}$$

Průměr roztečné kružnice oz. kola 5

Volím modul $m=1$ z důvodu optimální velikosti ozubeného kola.

$$d_5 = z_5 \cdot m = 12 \cdot 1 = \underline{\underline{12 \text{ mm}}}$$

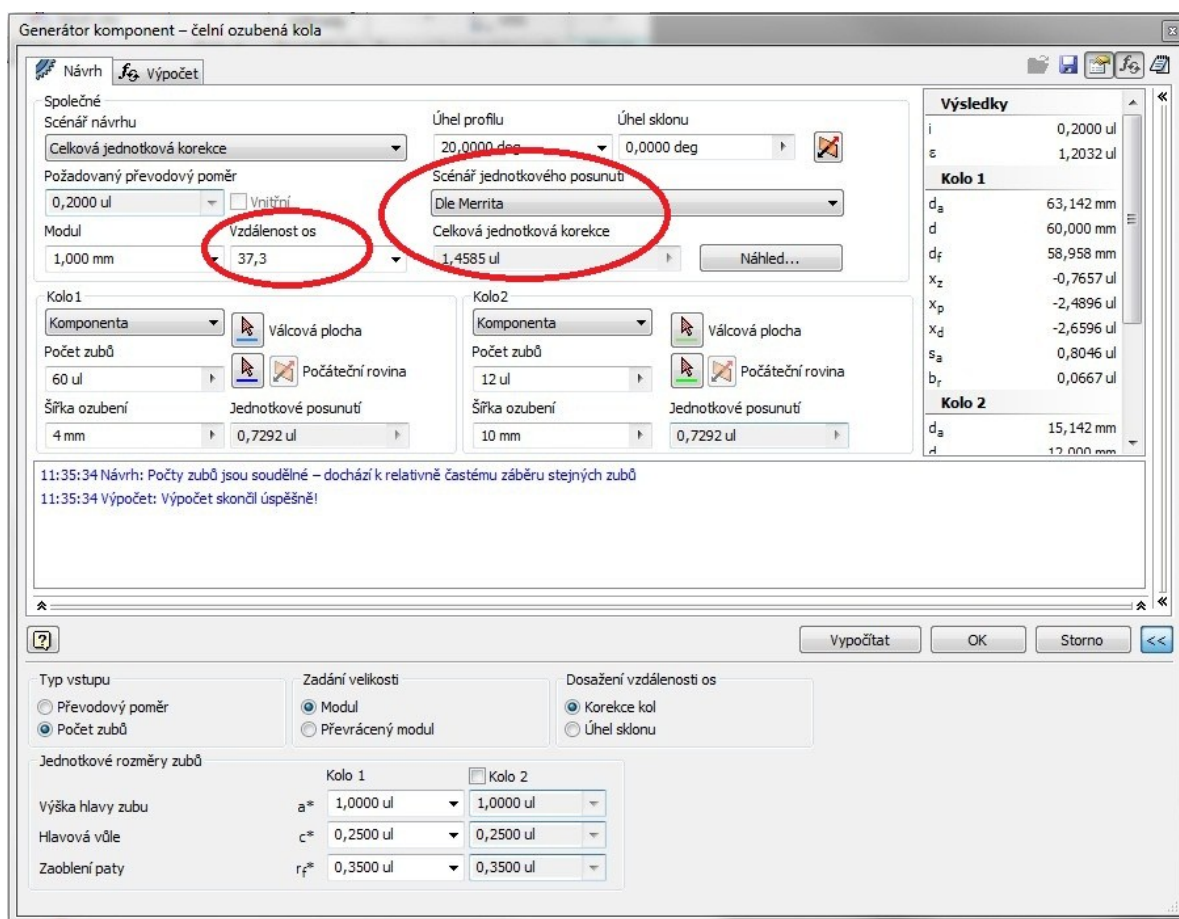
Průměr roztečné kružnice oz. kola 6

$$d_6 = z_6 \cdot m = 60 \cdot 1 = \underline{\underline{60 \text{ mm}}}$$

Teoretická osová vzdálenost

$$a_3 = \frac{(d_5 + d_6)}{2} = \frac{(12 + 60)}{2} = \underline{\underline{36 \text{ mm}}}$$

Podle výpočtů korekcí ozubených dle Merrita z program Inventor (viz. Obrázek 23), volím skutečnou osovou vzdálenost $a_{w3} = 37,3 \text{ mm}$. Výpočet oznamuje, že počty zubů jsou soudělné: při nízkých otáčkách převodu je toto zanedbatelné.



Obrázek 37 Výpočet skutečné osové vzdálenosti oz. soukolí 3 v programu Inventor

Průměr základní kružnice oz. kola 5

Úhel profilu $\alpha=20^\circ$

$$d_{b5} = d_5 \cdot \cos \alpha = 12 \cdot \cos 20 \doteq \underline{\underline{11,276 \text{ mm}}}$$

Průměr základní kružnice oz. kola 6

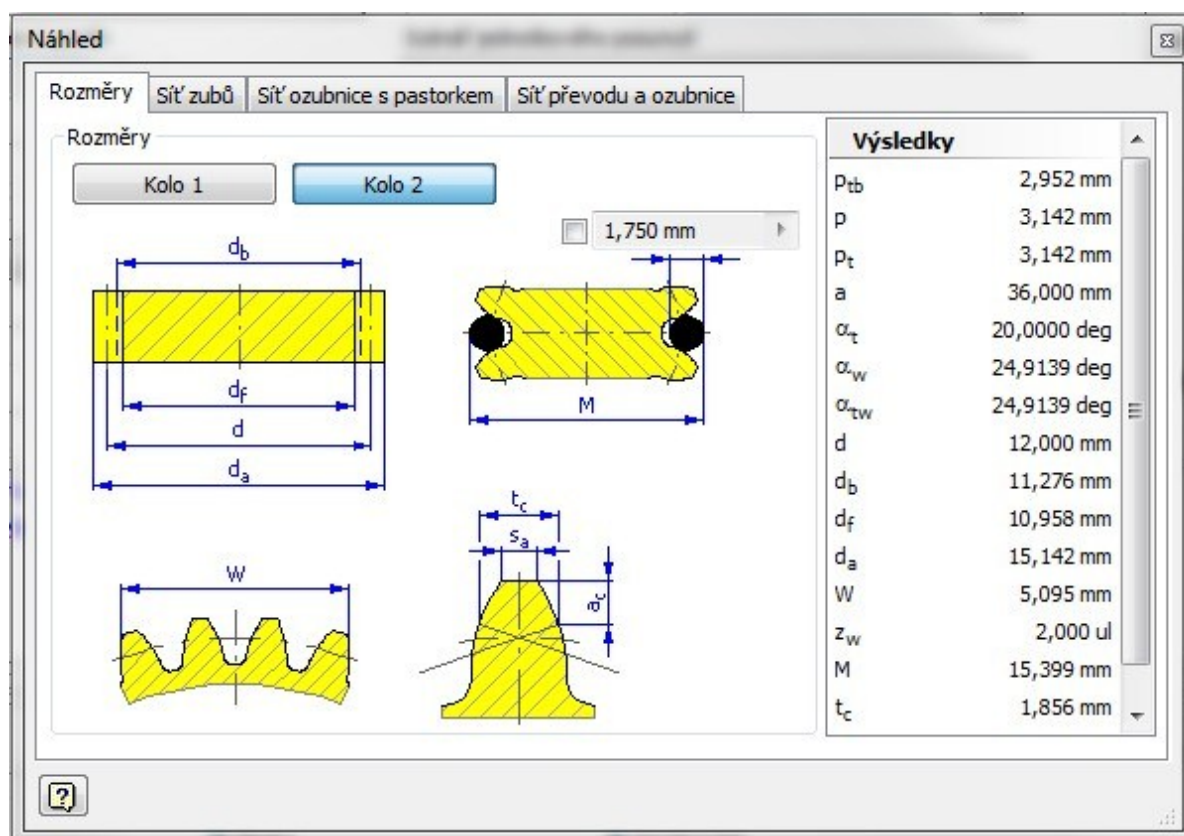
$$d_{b6} = d_6 \cdot \cos \alpha = 60 \cdot \cos 20 \doteq \underline{\underline{56,382 \text{ mm}}}$$

Rozteč

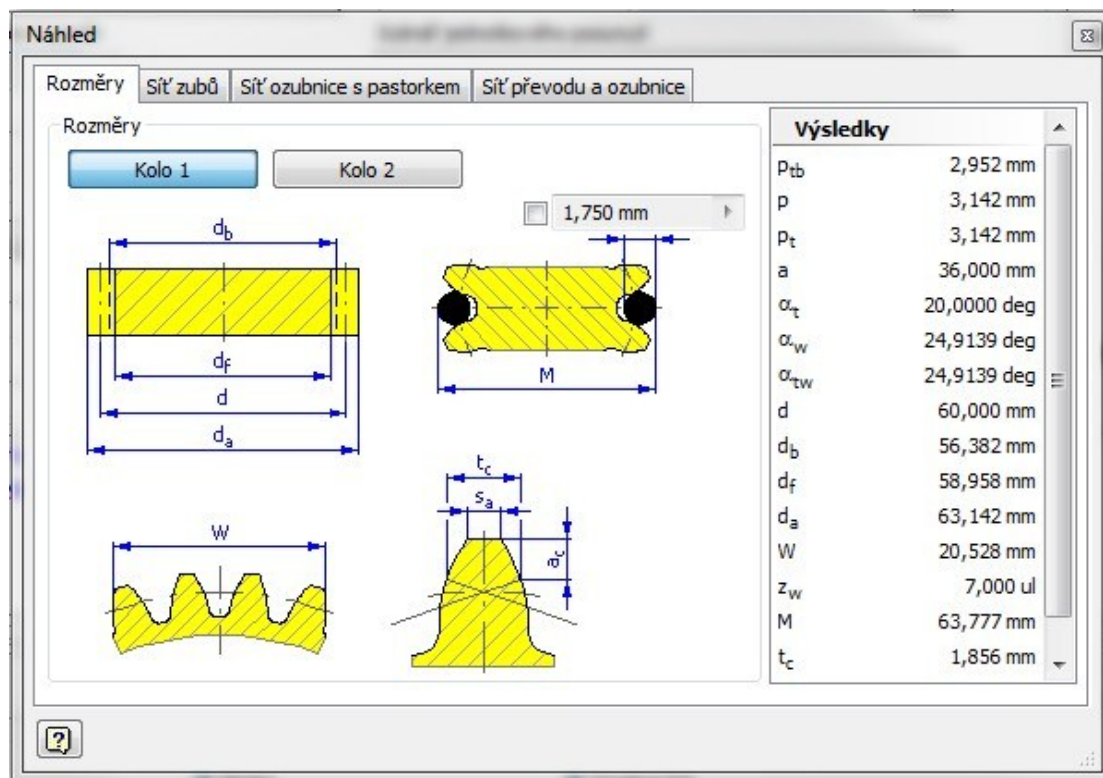
$$p_3 = \pi \cdot m = \pi \cdot 1 \doteq \underline{\underline{3,1416 \text{ mm}}}$$

Základní rozteč

$$p_{b3} = p \cdot \cos \alpha = 3,1416 \cdot \cos 20 \doteq \underline{\underline{2,952 \text{ mm}}}$$



Obrázek 38 Kontrola výpočtů pro ozubené kolo 5



Obrázek 39 Kontrola výpočtů pro ozubené kolo 6

6.2.2 Návrh ozubeného soukolí 4 (oz. kolo 7 a 8)

Převodové číslo

Volím počet zubů $z_7 = 15$ a $z_8 = 90$.

$$u_{7,8} = \frac{z_7}{z_8} = \frac{15}{90} = \underline{\underline{0,1667}}$$

Průměr roztečné kružnice oz. kola 7

Volím modul $m=0,7$ z důvodu optimální velikosti ozubeného kola.

$$d_7 = z_7 \cdot m = 15 \cdot 0,7 = \underline{\underline{10,5 \text{ mm}}}$$

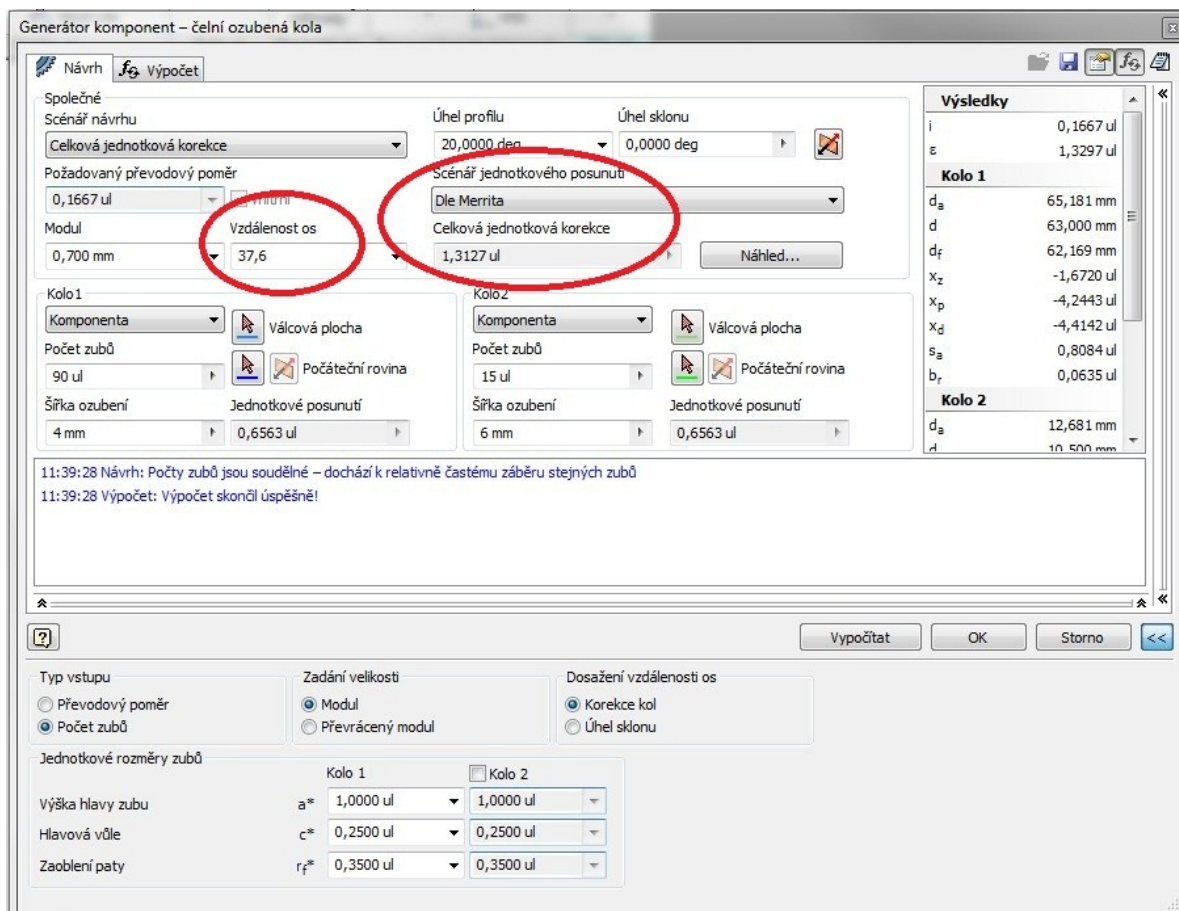
Průměr roztečné kružnice oz. kola 8

$$d_8 = z_8 \cdot m = 90 \cdot 0,7 = \underline{\underline{63 \text{ mm}}}$$

Teoretická osová vzdálenost

$$a_4 = \frac{(d_7 + d_8)}{2} = \frac{(15 + 90)}{2} = \underline{\underline{52,5 \text{ mm}}}$$

Podle výpočtů korekcí ozubených dle Merrita z programu Inventor (viz Obrázek 23), volím skutečnou osovou vzdálenost $a_{w4} = 37,6 \text{ mm}$. Výpočet oznamuje, že počty zubů jsou soudělné: při nízkých otáčkách převodu je toto zanedbatelné.



Obrázek 40 Výpočet skutečné osové vzdálenosti oz. soukolí 4 v programu Inventor

Průměr základní kružnice oz. kola 7

Úhel profilu $\alpha=20^\circ$

$$d_{b7} = d_7 \cdot \cos \alpha = 10,5 \cdot \cos 20 \doteq \underline{\underline{9,867 \text{ mm}}}$$

Průměr základní kružnice oz. kola 8

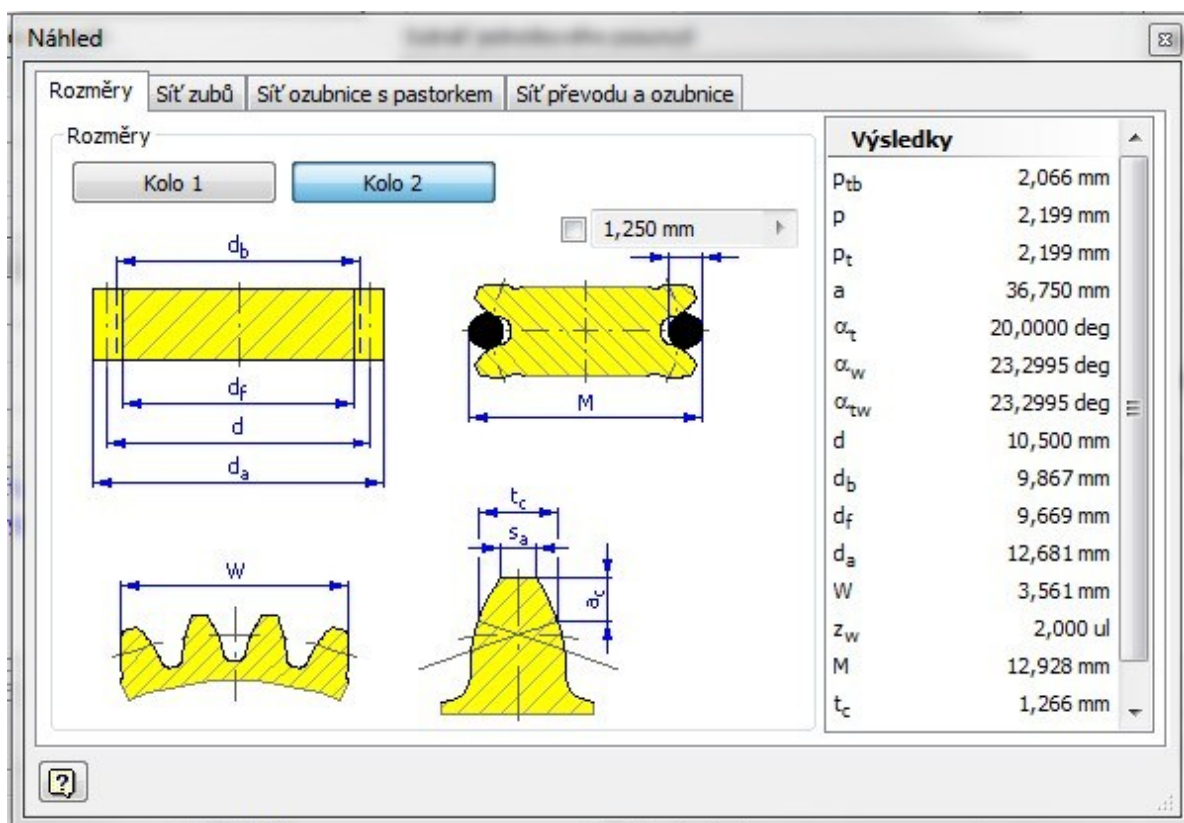
$$d_{b8} = d_8 \cdot \cos \alpha = 63 \cdot \cos 20 \doteq \underline{\underline{59,201 \text{ mm}}}$$

Rozteč

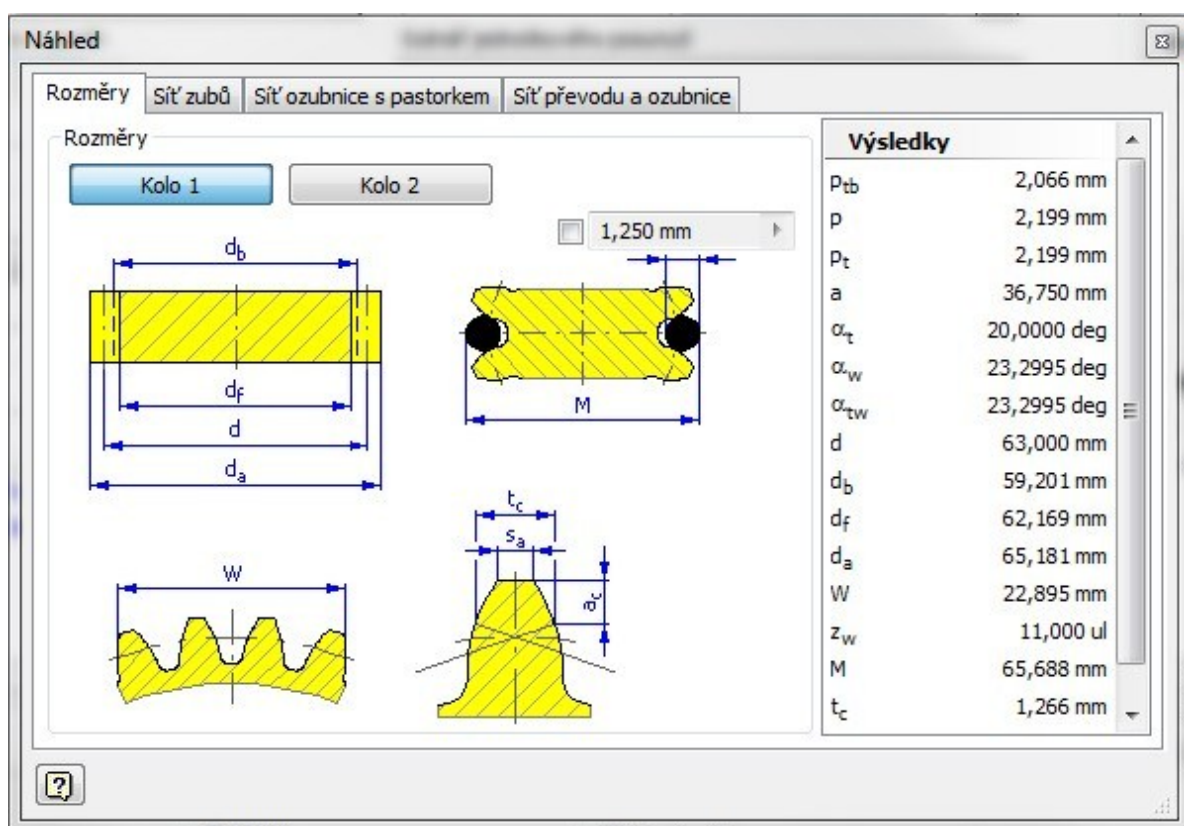
$$p_4 = \pi \cdot m = \pi \cdot 0,7 \doteq \underline{\underline{2,199 \text{ mm}}}$$

Základní rozteč

$$p_{b4} = p \cdot \cos \alpha = 2,199 \cdot \cos 20 \doteq \underline{\underline{2,066 \text{ mm}}}$$



Obrázek 41 Kontrola výpočtů pro ozubené kolo 7



Obrázek 42 Kontrola výpočtů pro ozubené kolo 8

6.2.3 Kontrola otočení minutové hřídele

Jestli je převod správně navržen, je třeba zkontrolovat otočení minutové hřídele. Víme, že minutová hřídel se musí pootočit o 6° , což je ve skutečnosti na hodinách 1 minuta.

Výpočet otáček oz. soukolí 3

Otáčky elektromotoru (oz. kola 5) jsou zadané tj. $n_5 = 6 \text{ ot/min}$, $u_{5,6} = 0,2$

$$u_{5,6} = \frac{n_6}{n_5} \rightarrow n_6 = u_{5,6} \cdot n_5 = 0,2 \cdot 6 = \underline{\underline{1,2 \text{ ot/min}}}$$

Výpočet otáček oz. soukolí 4

Výstupní otáčky oz. soukolí 3 (oz. kola 6): $n_6 = n_7 = 1,2 \text{ ot/min}$, $u_{7,8} = 0,1667$

$$u_{7,8} = \frac{n_8}{n_7} \rightarrow n_8 = u_{7,8} \cdot n_7 = 0,1667 \cdot 1,2 \doteq \underline{\underline{0,2 \text{ ot/min}}}$$

Otáčky minutové hřídele tedy jsou $0,2 \text{ ot/min}$.

Výpočet otočení minutové hřídele

Za 5 s (dle vačky viz kapitola 6.3.2) se musí otočit hřídel o 6° , která pak vypne elektromotor.

$$x_1 = \frac{n_1}{60} \cdot 5 = \frac{0,2}{60} \cdot 5 \doteq \underline{\underline{0,0167}}$$

Minutová hřídel se při otáčkách $0,2 \text{ ot/min}$ otočí za 5s o $0,0167$.

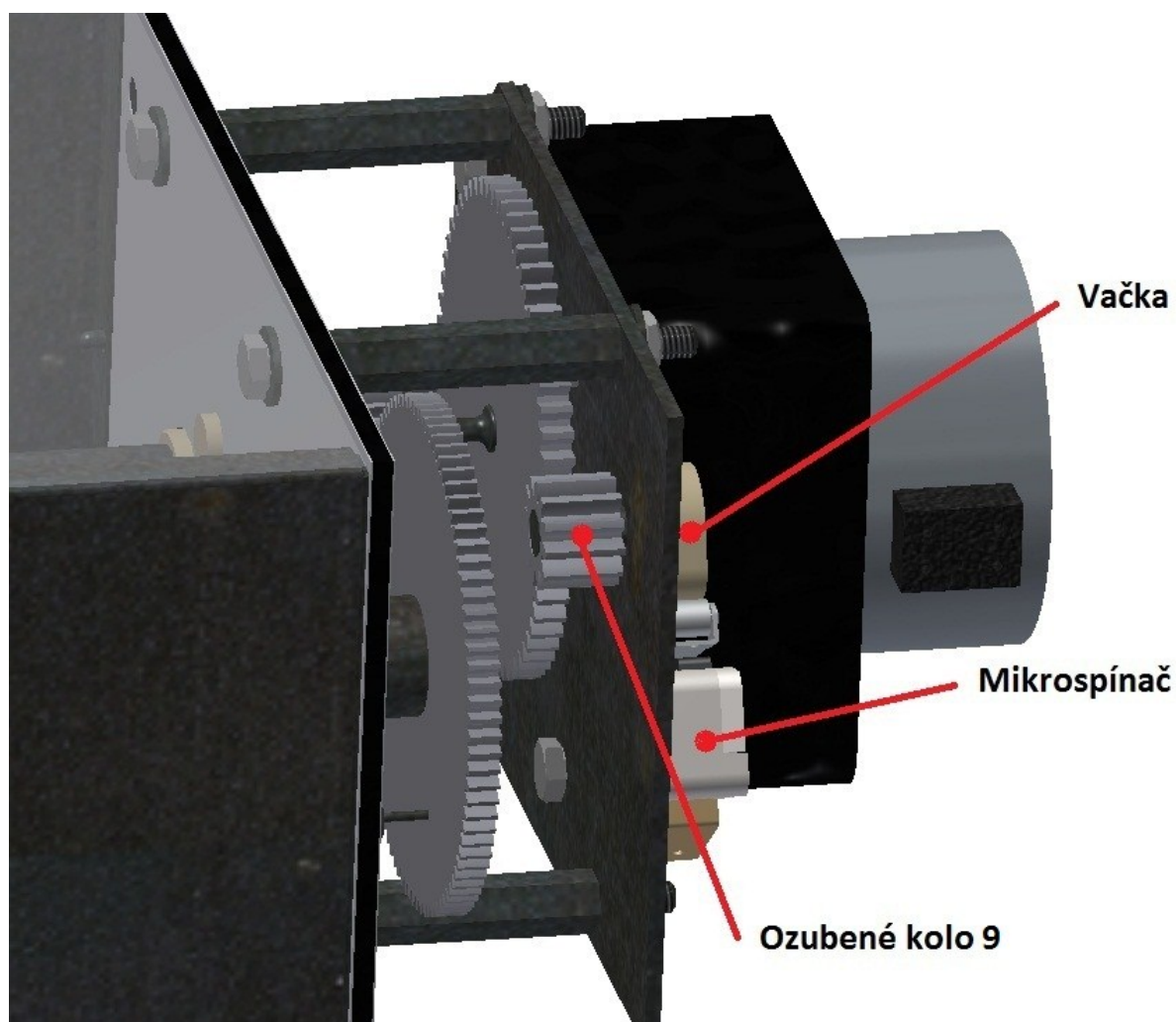
$$x_2 = \frac{6}{360} \doteq \underline{\underline{0,0167}}$$

Výpočtem jsem zjistil, že 6° z 360° je $0,0167$.

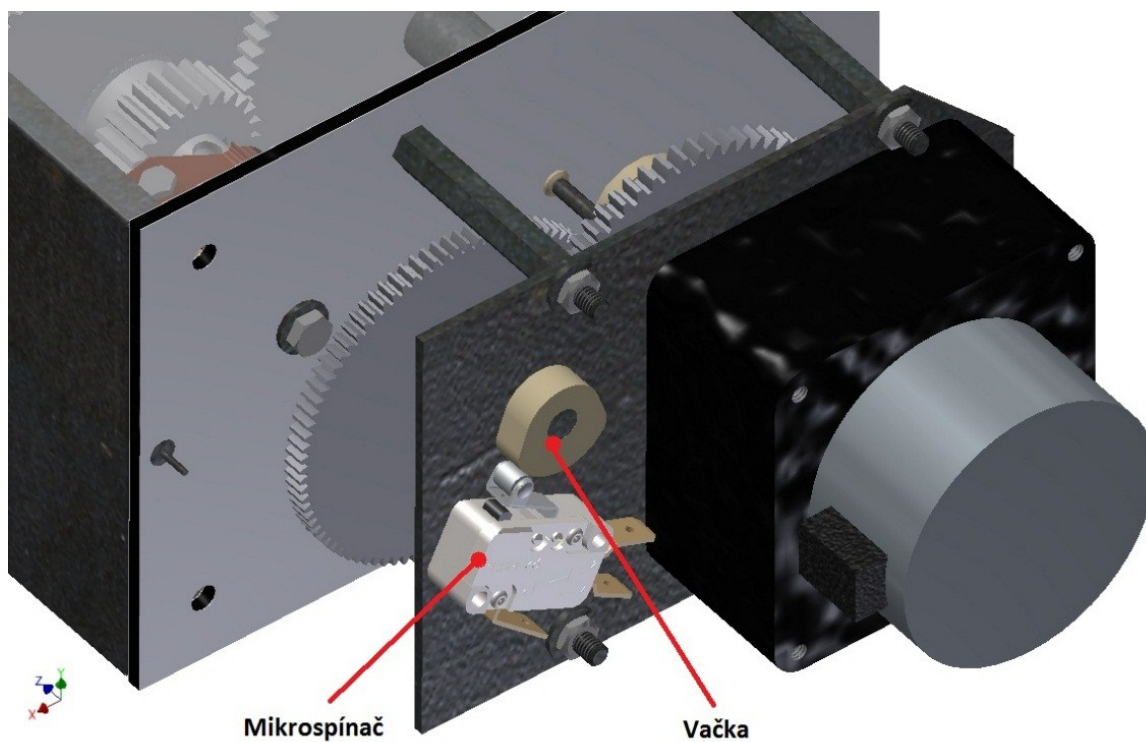
Potom tedy $x_1 = x_2 \rightarrow \underline{\underline{0,0167 = 0,0167}} \rightarrow \text{VYHOVUJE}$

6.3 Převod na vačku

Ozubeným kolem 9, se vrací převod zpátky z ozubeného soukolí 4, tzn. $z_5 = z_9 = 12$. Vačka ze silonu je hřídelí spojena s ozubeným kolem 9. Poté co dostane elektromotor elektrický impuls, uvede se hřídel a ozubení do pohybu. Minutová hřídel (minutová ručička) se musí otočit o 6° , což je na hodinách jedna minuta. Motor ovšem neví, kdy se má zastavit. To řídí vačka, která se otočí o 180° za dobu, co se otočí minutová hřídel o daných 6° . Dvoupolohový mikrospínač poté vypne motor v danou chvíli.



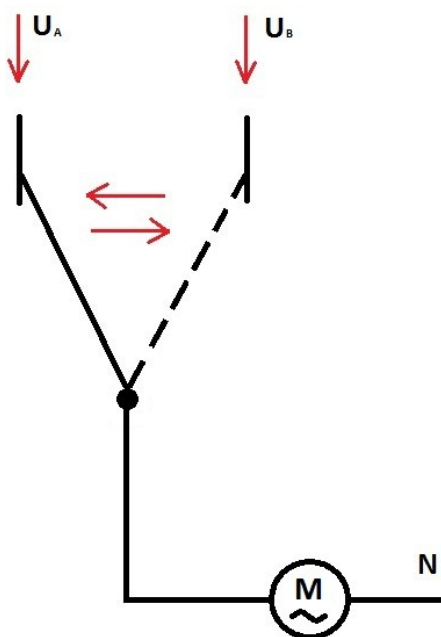
Obrázek 43 Převod na vačku 1 – pohled 1



Obrázek 44 Převod na vačku - pohled 2

6.3.1 Schéma mikrospínače

Mikrospínač je s pákou a válečkem firmy SAIA-BURGESS na 12A [12]. Mikrospínač je dvoupolohový. V současné poloze, dle Obrázku 45, vstupuje napětí U_A a prochází směrem k motoru, který následně roztočí. Jakmile se otočí vačka o 180° , mikrospínač přepne páku, motor se vypne a čeká na signál od napětí U_B .



Obrázek 45 Schéma mikrospínače

6.3.2 Výpočet vačky

Výstupní hřídel elektromotoru a tedy i ozubené kolo 5 se otáčí rychlostí 6 ot/ min. Ozubené kolo 9 vrací převod zpátky z ozubeného kola 6, potom otáčky ozubeného kola 9 a také vačky jsou stejné 6 ot/ min.

Výpočet času pootočení vačky o 180°

$$6 \frac{\text{ot}}{\text{min}} = 1 \frac{\text{ot}}{10 \text{ s}} = 0,5 \frac{\text{ot}}{5 \text{ s}} \rightarrow \underline{\underline{180^\circ \text{ vačky se pootočí za 5 s}}}$$

Výpočet pootočení minutové hřídele

Minutová hřídel se otáčí rychlostí 0,2 ot / min = 0,2 ot / 60 s.

1 otáčka 360°

0,2 otáčky x°

$$x_3 = \frac{0,2 \cdot 360}{1} = \underline{\underline{72^\circ}}$$

Minutová hřídel se pootočí za 0,2 otáčky o 72°.

Výpočet času pootočení minutové hřídele o 6°

Už víme, že se minutová hřídel pootočí o 72° za minutu. Potom tedy:

72° 60s

6° x°

$$x_4 = \frac{6 \cdot 60}{72} = \underline{\underline{5 \text{ s}}}$$

Minutová hřídel se pootočí na cílených 6°, což je na hodinách 1 minuta taky za 5 s.

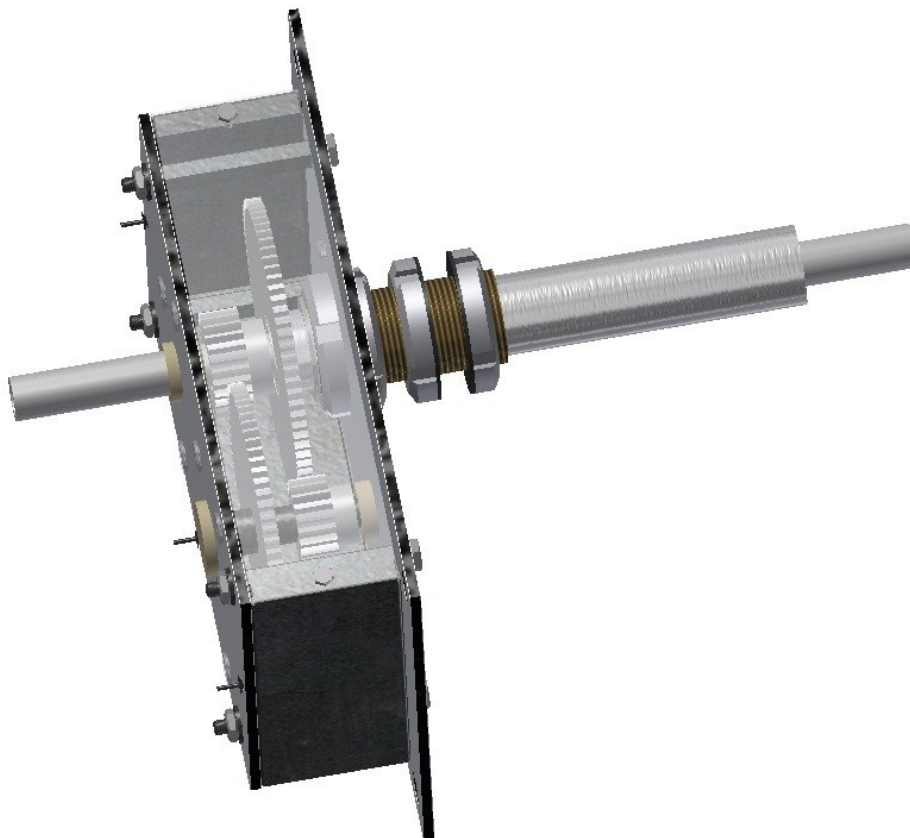
Kontrola časů

$$\frac{180^\circ \text{ vačky}}{5 \text{ s}} = \frac{6^\circ \text{ hřídele}}{5 \text{ s}} \rightarrow \underline{\underline{\text{VYHOVUJE}}}$$

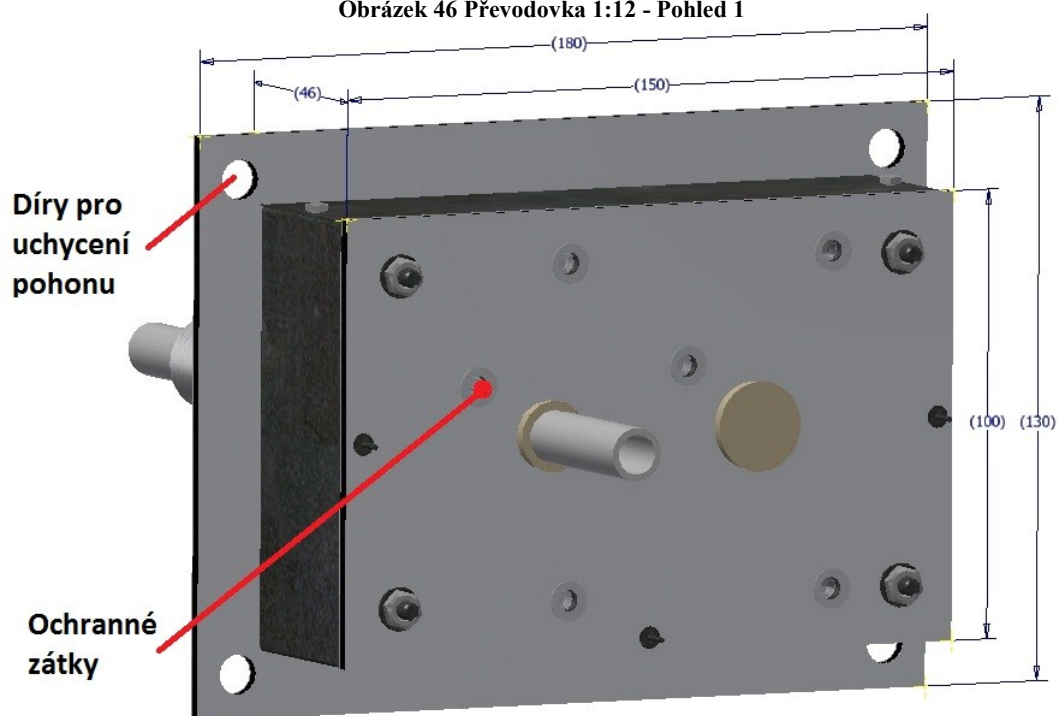
7. 3D MODELY

V následujících kapitolách budou zobrazeny 3D modely čtyř možných kombinací pohonů, které můžeme pomocí bloků sestavit dle přání zákazníka.

7.1 Převodovka 1:12

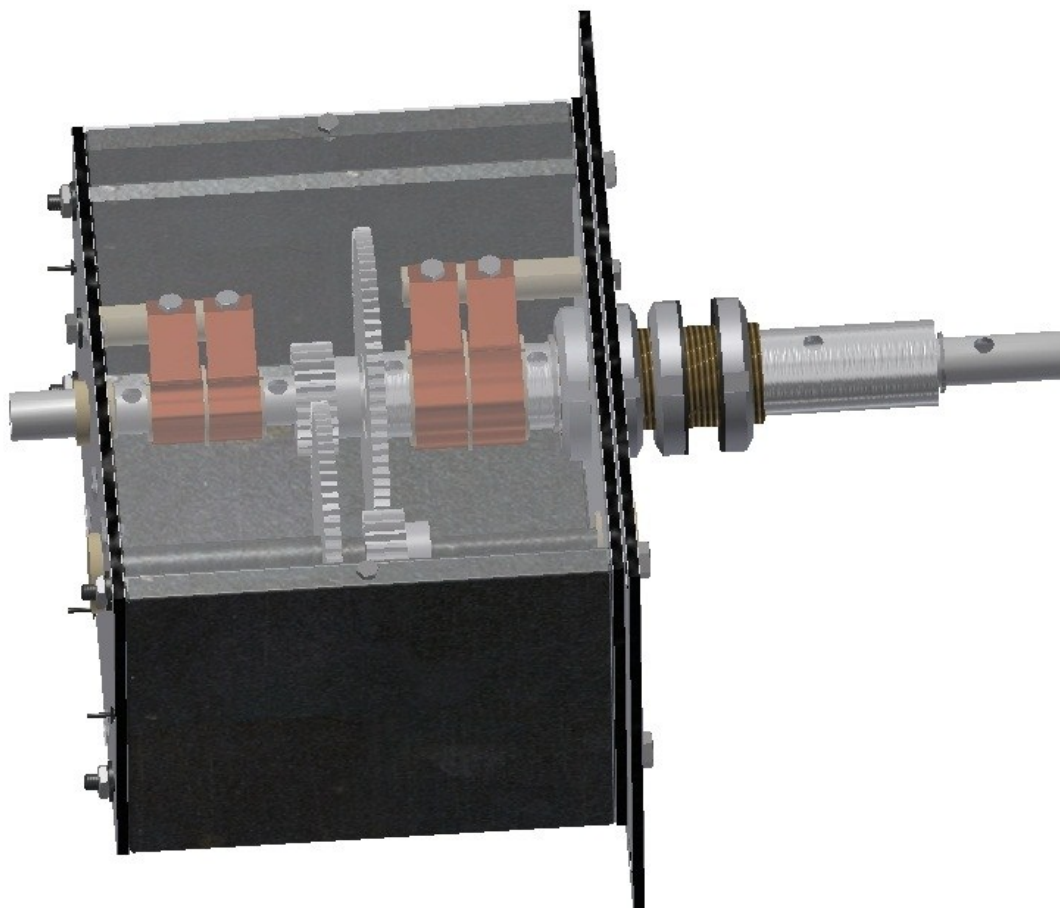


Obrázek 46 Převodovka 1:12 - Pohled 1

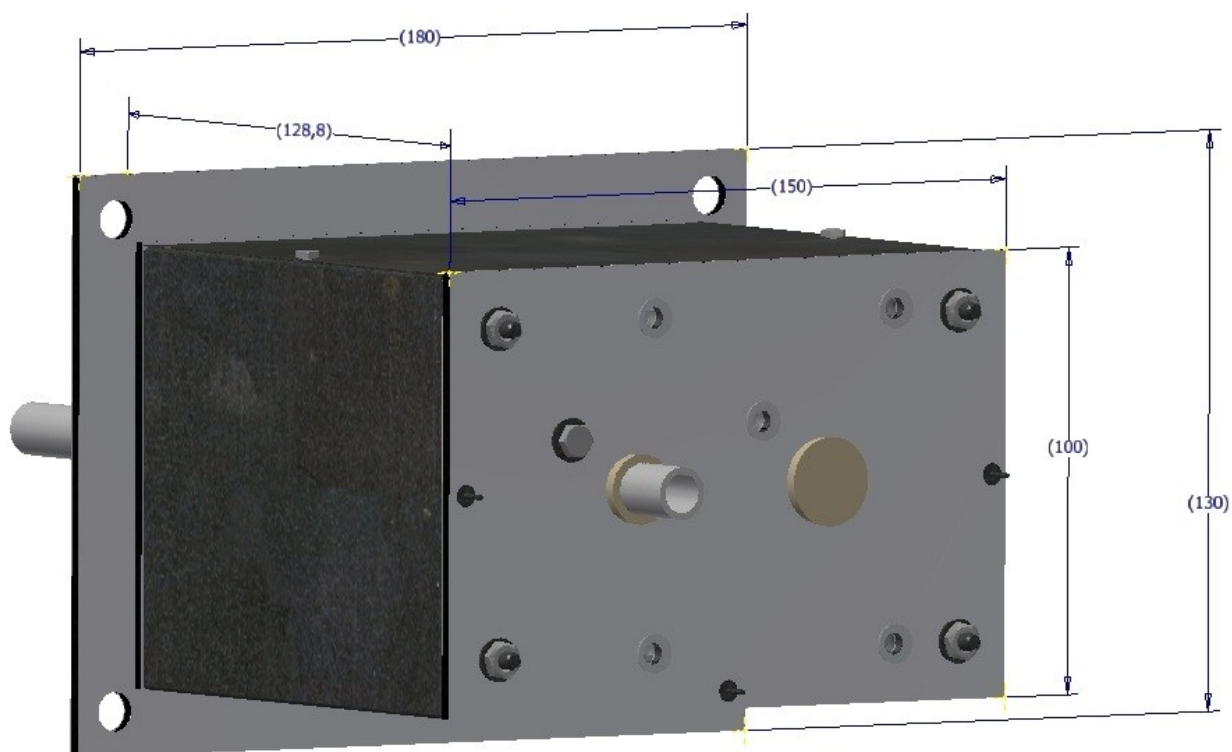


Obrázek 47 Převodovka 1:12 - Pohled 2

7.2 Převodovka 1:12 s LED osvětlením

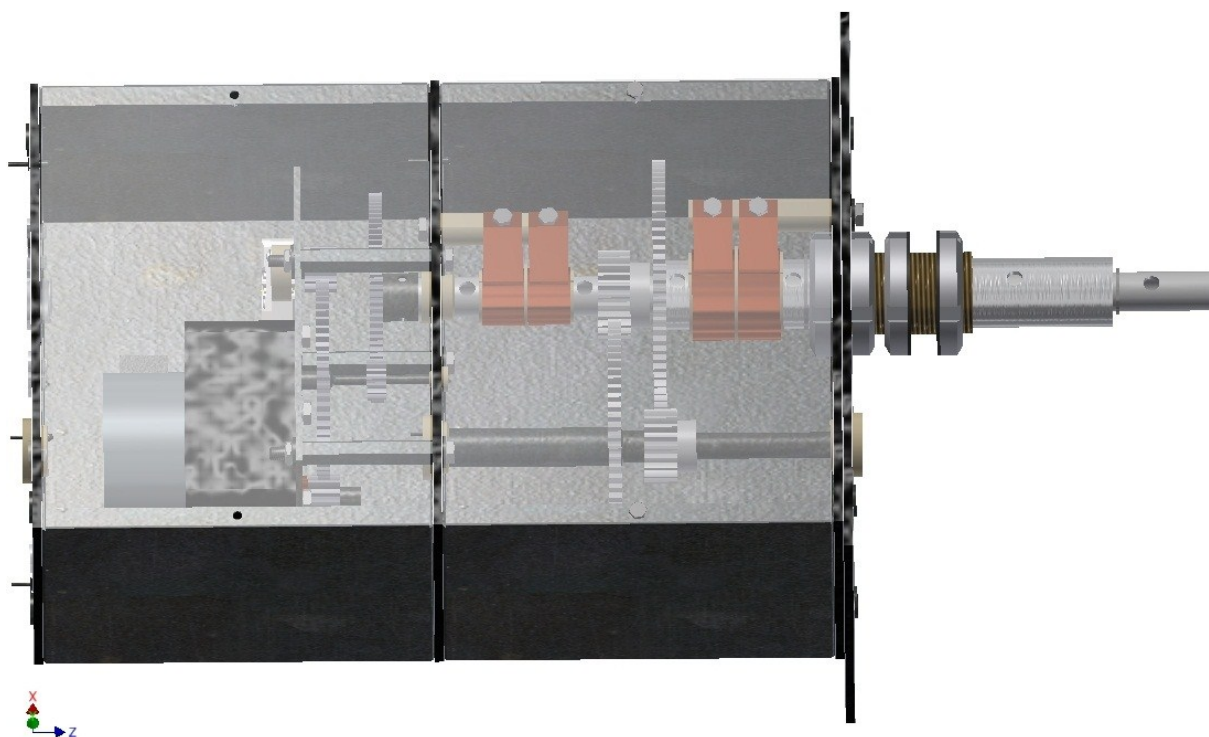


Obrázek 48 Převodovka 1:12 s LED osvětlením - Pohled 1

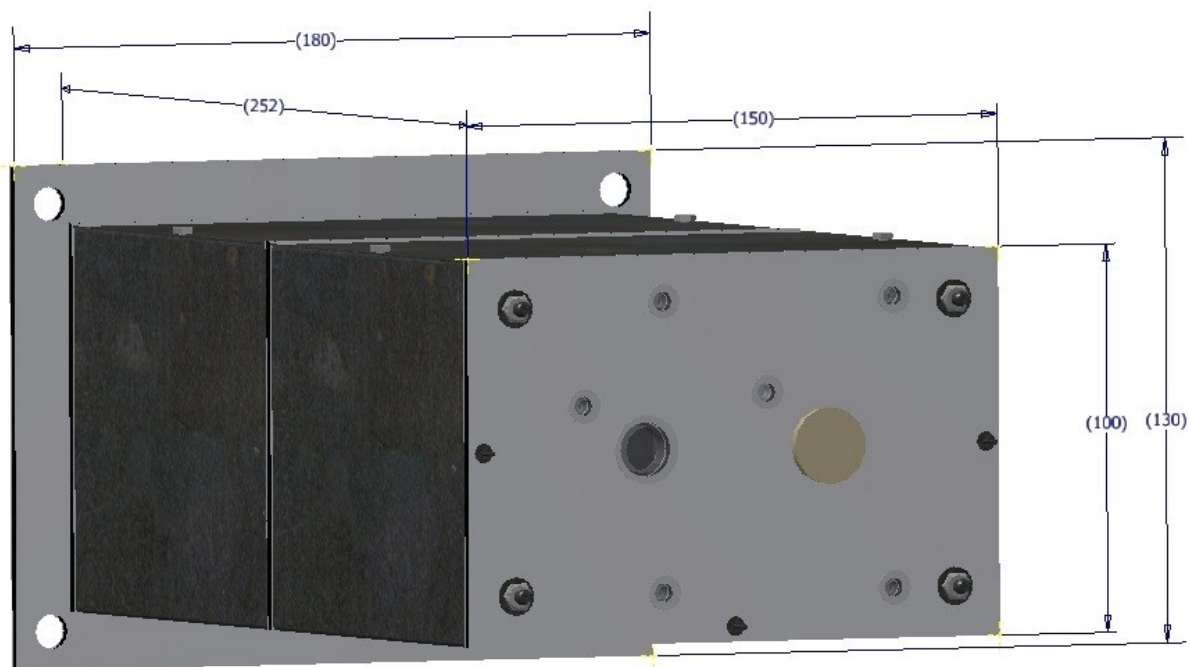


Obrázek 49 Převodovka 1:12 s LED osvětlením - Pohled 2

7.3 Převodovka 1:12 s LED osvětlením a motorem

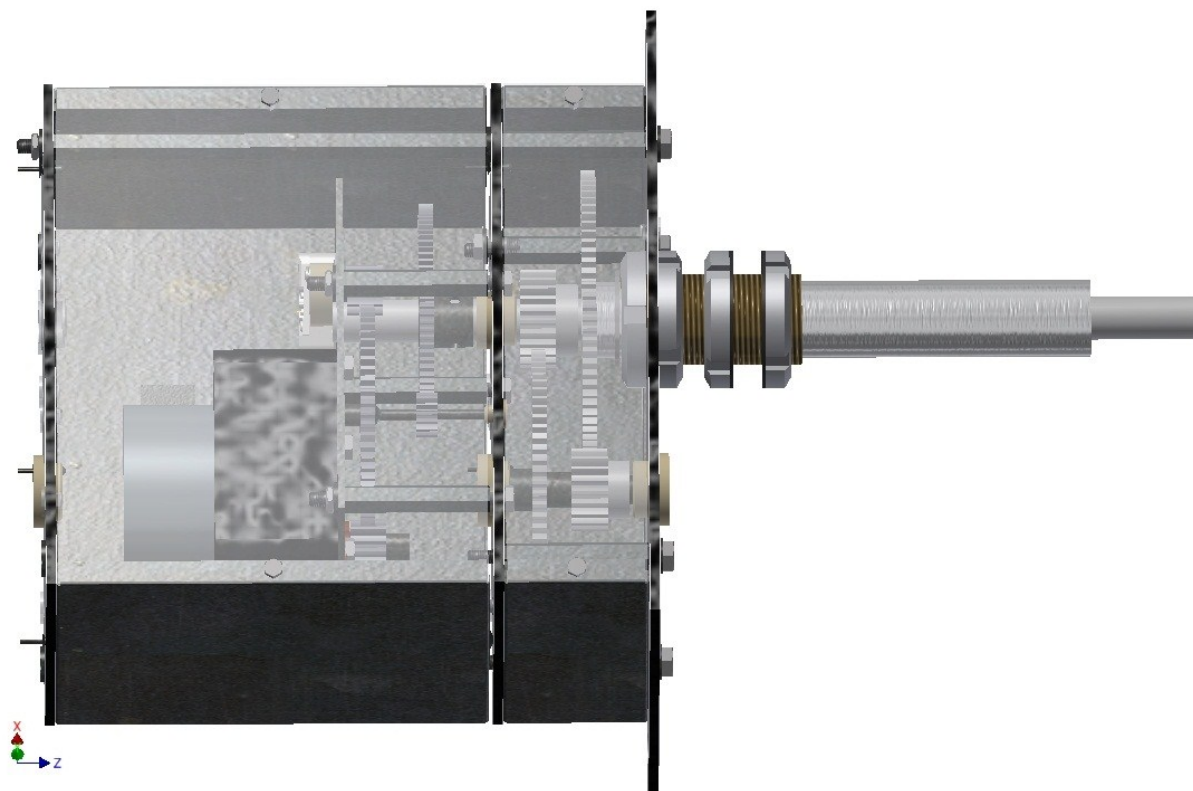


Obrázek 50 Převodovka 1:12 s LED osvětlením a motorem - Pohled 1

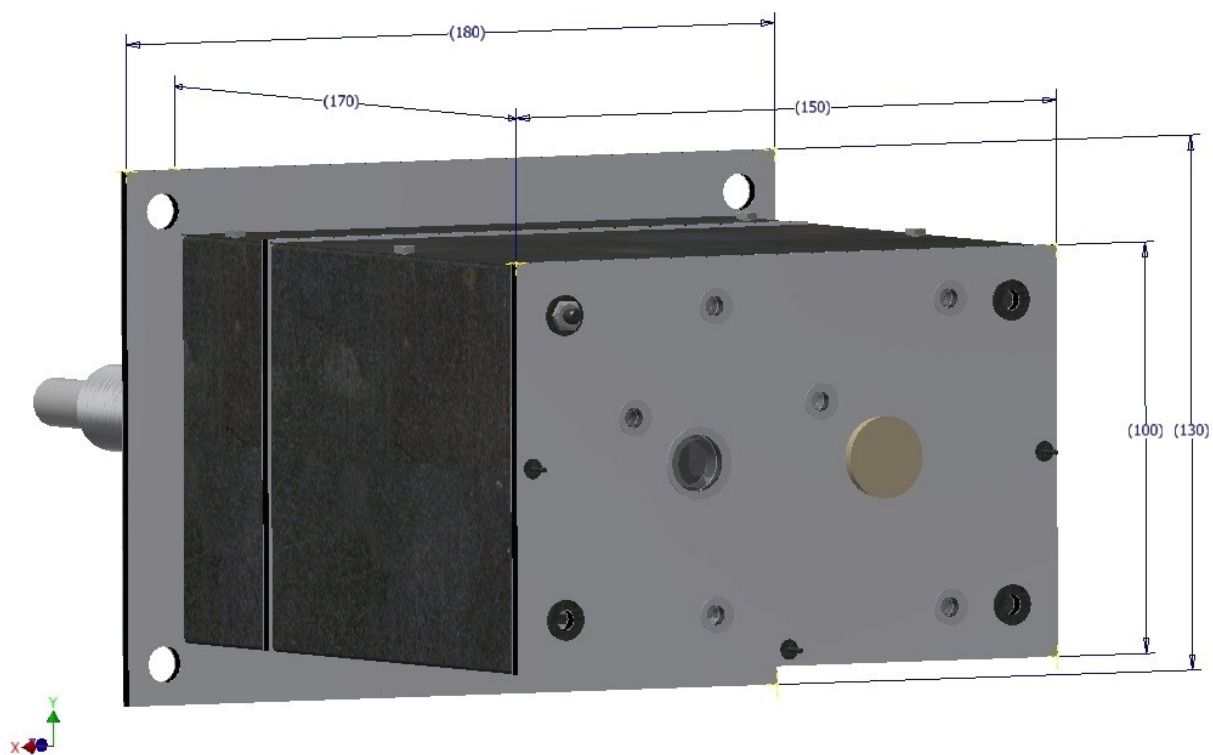


Obrázek 51 Převodovka 1:12 s LED osvětlením a motorem - Pohled 2

7.4 Převodovka 1:12 s motorem



Obrázek 52 Převodovka 1:12 s motorem - Pohled 1



Obrázek 53 Převodovka 1:12 s motorem - Pohled 2

8. TECHNICKÝ POPIS

Převodovka 1:12

Základem je ACP panel z nezačerných Alu sendvičů. Do ACP panelu se pomocí KM matic 14H DIN 981 umístí mosazná krycí trubka se závitem. K panelu se přišroubují distanční sloupky DA7M4X40 s vnitřním a vnějším závitem. Na příslušná místa se do panelu naklepou silonové vložky, fungující jako kluzná ložiska. Hodinová hřídel s nalisovanými ozubenými koly se nasune do krycí trubky. Následně se minutová hřídel s nalisovanými ozubenými koly nasune do hodinové hřídele. Mezi hodinovou a minutovou hřídelí jsou silonové kroužky fungující jako kluzná ložiska. Axiálnímu posuvu hřídelí zabráňuje vůle mezi ozubenými koly a pojistné kroužky ČSN 02 2930. Celé se to následně zakrytuje předem snýtovaným krytem. Jsou použity trhací nýty se zapuštěnou hlavou DIN 7337B/A2. Zbytek nevyužitých děr se zaplní souběžnými ochrannými krytkami z přírodního polyetylenu.

Převodovka 1:12 s LED osvětlením

Postup složení je podobný jako u převodovky 1:12. V tomto případě zde ale budou dva distanční sloupky DA7M4X40 s vnitřním a vnějším závitem, našroubované na sobě z důvodu větších rozměrů celého bloku. Dále přibudou silonové držáky měděných plíšků a silonové válečky s měděnými trubkami. Silonové válečky jsou na hřídeli připevněny konstrukčním lepidlem A 3030. V tomto případě jsou v hřídelích vyvrtané díry pro provlečení drátů potřebných k napájení LED pásu. Celé se to následně zakrytuje předem snýtovaným krytem. Jsou použity trhací nýty se zapuštěnou hlavou DIN 7337B/A2. Zbytek nevyužitých děr se zaplní souběžnými ochrannými krytkami z přírodního polyetylenu.

Převodovka 1:12 s LED osvětlením a motorem

Nejdříve se sestaví převodovka 1:12 s LED osvětlením dle předchozího návodu. Poté se sestaví druhé patro pohonu. Ozubené kolo 8, které je nalisováno na krátkou trubku se pomocí šroubů upevní na konec minutové hřídele. Následně se připevní plech s elektromotorem Crouzet a dalšími ozubenými koly. Plech s elektromotorem, vačkou a mikropsínačem SAIA-BURGESS XGK2-88-S20Z1 je předem smontován a k předchozímu patru je přišroubován pomocí distančních sloupků DA7M4X40 s vnitřním a vnějším závitem. Celé se to následně zakrytuje předem snýtovaným krytem. Jsou použity trhací nýty se zapuštěnou hlavou DIN 7337B/A2. Zbytek nevyužitých děr se zaplní souběžnými ochrannými krytkami z přírodního polyetylenu.

Převodovka 1:12 s motorem

Základ opět tvoří převodovka 1:12. Další patro bude tvořit blok s motorem. Ten se sestaví dle přechozího návodu viz. Převodovka 1:12 s LED osvětlením a motorem.

9. ZÁVĚR

Ze začátku to vypadalo jako snadný úkol, který bude hotov bez větší námahy. Jak už to při řešení takových úkolů bývá, opak se ovšem stal realitou. Postupem času se objevovaly problémy, jejichž řešení si vyžádalo větší dávku času. Nakonec se ale vše podařilo a výsledkem je tato diplomová práce.

Výsledkem práce je tedy věžní pohon, který je lehce kombinovatelný dle požadavků zákazníka. Jsou celkem čtyři možnosti jak pohon sestavit. První a zároveň nejjednodušší variantou je samostatný blok, který obsahuje pouze převodovku 1:12. Pokud je zapotřebí přidat LED osvětlení, celý tento blok se pouze rozšíří o dané komponenty, čímž narostou rozměry pohonu. Třetí variantou je k převodovce 1:12 připojit elektromotor. Poslední variantou je možnost vybavit pohon tzv. na plno. To znamená, že celkový pohon bude obsahovat převodovku 1:12 s LED osvětlením a elektromotorem. V průběhu práce jsem kladl důraz na jednoduchost složení pohonů, na co nejmenší počet komponentů a jejich dostupnost. Pohon jsem navrhoval s ohledem na snadnou servisovatelnost.

Ve výpočtové části jsem navrhl celkem čtyři ozubené soukolí, tedy celkem osm ozubených kol, u kterých bylo hlavním bodem dodržet převodové číslo. Dále jsem zkontroloval převodovou hřídel na dané namáhání.

Součástí diplomové práce jsou i vybrané výkresy, které popisují dané řešení.

10. PODĚKOVÁNÍ

Na závěr bych chtěl poděkovat vedoucímu své diplomové práce, panu Dr. Ing. Jaroslavu Meleckému, za jeho rady a trpělivost. Poděkování patří i firmě Impuls-B s.r.o. za zprostředkování diplomové práce a za konzultace v průběhu jejího vzniku.

11. SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

Literatura

[I] JEŘÁBEK, K. Metodika navrhování strojů. 1.vyd. Praha, Ediční středisko ČVUT Praha, 1999. 119 s.

[II] LEINVEBER, J., VÁVRA, P. Strojnické tabulky (4. přepracované vydání). Úvaly, 2008, ALBRA – pedagogické nakladatelství. 914 s. ISBN 978-80-7361-051-7.

[III] MYNÁŘ, V. A KOL. Části strojů. VŠB-TU Ostrava, 1978. 398 s.

[IV] Firma Impuls-B s.r.o., ústní sdělení podmínek

Internetové zdroje

[1] Převodovky . *Ecat* - *company* [online]. [cit. 2016-05-14]. Dostupné z: <http://www.ecat.it/site/index.php?module=site&method=home>

[2] Převodovka 1:12 s LED osvětlením a vlastní pohonem. *RDUCH Bells and Clocks* [online]. [cit. 2016-05-06]. Dostupné z: <http://www.rduch.pl/sk/ponuka/hodiny/kostolne-hodiny>

[3] Dibond. *FTP* [online]. [cit. 2016-05-08]. Dostupné z: <http://www.plast-shop.cz/product/dibond:5/>

[4] Naznačkové Alu sendviče. *AXOM* [online]. [cit. 2016-05-14]. Dostupné z: <http://www.desky-plexisklo.cz/o/Neznackove-Alu-sendvice>

[5] Trubky a profily z mědi a mosazi. *METAL CENTRUM* [online]. [cit. 2016-05-14]. Dostupné z: <http://www.metalcentrum.cz/sortiment/trubky-a-profil-y-z-medi-a-mosazi/>

[6] Kruhová matice KM05. *KRAMP* [online]. [cit. 2016-05-14]. Dostupné z: <http://www.kramp.com/shop-cz/cs/149954/569314/372079/Stavmatse+z%C3%A1%C5%99KM+AN+M+25x1%2C5>

[7] Trubka_minutová hřídel. *Ferona* [online]. [cit. 2016-05-14]. Dostupné z: <http://www.ferona.cz/cze/katalog/detail.php?id=34479>

- [8] Trubka_hodinová hřídel. *Ferona* [online]. [cit. 2016-05-14]. Dostupné z: <http://www.ferona.cz/cze/katalog/detail.php?id=28937>
- [9] Nýty trhací se zapuštěnou hlavou DIN 7337B/A2. *AKROS* [online]. [cit. 2016-05-14]. Dostupné z: <http://www.akros.cz/nyty-trhaci-se-zapustenou-hlavou-din-7337b-a2>
- [10] Konstrukční lepidlo A 3030. *HF servis* [online]. [cit. 2016-05-14]. Dostupné z: <http://www.hfservis.cz/cs/products/143-a-3030/>
- [11] Měděné trubky. *Ferona* [online]. [cit. 2016-05-14]. Dostupné z: http://www.ferona.cz/cze/katalog/search.php?search_type=0&druh=359
- [12] Mikrospínač XGK2-88-S20Z1. *TME - Electronics components* [online]. [cit. 2016-05-14]. Dostupné z: <http://www.tme.eu/cz/details/xgk2-88-s20z1/konektorove-mikrospinace/saia-burgess/>
- [13] Distanční sloupek. *GM Electronic* [online]. [cit. 2016-05-15]. Dostupné z: <http://www.gme.cz/distancni-sloupek-da7m4x40-nikl-vigan-p623-219>
- [14] Ozubená kola - Přímé ozubení. *Ameco s.r.o.* [online]. [cit. 2016-05-16]. Dostupné z: <http://eshop.ameco.cz/produkty/Celne-ozubene-kolesa-priame-ozubenie-Modul-1-nerez>

12. SEZNAM OBRÁZKŮ

Obrázek 1 Věžní pohon - staré řešení

Obrázek 2 Čtyř-směrná převodovka

Obrázek 3 Původní převodovka 1:12

Obrázek 4 Starý pohon věžních hodin

Obrázek 5 Věžní pohon - první varianta

Obrázek 6 Modernější převodovka 1:12 [1]

Obrázek 7 Věžní pohon - druhá varianta

Obrázek 8 Moderní převodovka 1:12 s vlastním pohonem [1]

Obrázek 9 Věžní pohon - třetí varianta

Obrázek 10 Italská převodovka 1:12 – pohled 2 [1]

Obrázek 11 Italská převodovka 1:12 – pohled 1 [1]

Obrázek 12 Polská převodovka+LED+motor [2]

Obrázek 13 Konstrukce polské převodovky [2]

Obrázek 14 Italská převodovka [1]

Obrázek 15 Italská převodovka – detail [1]

Obrázek 16 Dibond [3]

Obrázek 17 Základ bloku

Obrázek 18 Krycí trubka_uchycení

Obrázek 19 Krycí trubka_uchycení ciferníku

Obrázek 20 Hřídele a ozubená kola

Obrázek 21 Uložení hřídelí

Obrázek 22 Schéma převodu 1:12

Obrázek 23 Výpočet skutečné osové vzdálenosti oz. soukolí 1 v programu Inventor

Obrázek 24 Kontrola výpočtů pro ozubené kolo 2

Obrázek 25 Kontrola výpočtů pro ozubené kolo 1

Obrázek 26 Kontrola výpočtů pro ozubené kolo 3

Obrázek 27 Kontrola výpočtů pro ozubené kolo 4

Obrázek 28 Kryt zepředu

Obrázek 29 Kryt zezadu

Obrázek 30 Druhá část krytu

Obrázek 31 Vizualizace upevnění krytu

Obrázek 32 Pohled na funkčnost

Obrázek 33 Funkce převodu elektrické energie

Obrázek 34 Detail silonového válečku

Obrázek 35 Uchycení elektromotoru

Obrázek 36 Převod z motoru na minutovou hřídel

Obrázek 37 Výpočet skutečné osové vzdálenosti oz. soukolí 3 v programu Inventor

Obrázek 38 Kontrola výpočtů pro ozubené kolo 5

Obrázek 39 Kontrola výpočtů pro ozubené kolo 6

Obrázek 40 Výpočet skutečné osové vzdálenosti oz. soukolí 4 v programu Inventor

Obrázek 41 Kontrola výpočtů pro ozubené kolo 7

Obrázek 42 Kontrola výpočtů pro ozubené kolo 8

Obrázek 43 Převod na vačku 1 – pohled 1

Obrázek 44 Převod na vačku - pohled 2

Obrázek 45 Schéma mikrospínače

Obrázek 46 Převodovka 1:12 - Pohled 1

Obrázek 47 Převodovka 1:12 - Pohled 2

Obrázek 48 Převodovka 1:12 s LED osvětlením - Pohled 1

Obrázek 49 Převodovka 1:12 s LED osvětlením - Pohled 2

Obrázek 50 Převodovka 1:12 s LED osvětlením a motorem - Pohled 1

Obrázek 51 Převodovka 1:12 s LED osvětlením a motorem - Pohled 2

Obrázek 52 Převodovka 1:12 s motorem - Pohled 1

Obrázek 53 Převodovka 1:12 s motorem - Pohled 2

13. SEZNAM PŘÍLOH

Příloha č. 1 Katalogový list – Ozubená kola [14]

14. SEZNAM VÝKRESŮ

Výkres č. 1	DP_Výkres 1	Blok_1:12 / Impuls-B
Výkres č. 2	DP_Výkres 2	Kryt_1:12 / Impuls-B
Výkres č. 3	DP_Výkres 3	Kryt_plech / Impuls-B
Výkres č. 4	DP_Výkres 4	Základ_1:12 / Impuls-B
Výkres č. 5	DP_Výkres 5	Vrchní kryt / Impuls-B
Výkres č. 6	DP_Výkres 6	Držák / Impuls-B